C.2

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R. 452
22 de agosto de 1985

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

TRANSITO Y TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MEXICO: EL SISTEMA DE EJES VIALES*/

---

*/ Este documento fue elaborado por la Coordinación General de Transporte del Departamento del Distrito Federal de México, como contribución al I Encuentro Técnico entre Paises Latinoamericanos sobre Transportes Urbanos, que se realizará en Brasilia, Brasil, del 30 de septiembre al 3 de octubre de 1985, bajo el patrocinio de la CEPAL, la Empresa Brasileña de Transportes Urbanos (EBTU) y del Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial.

85-8-1231

INDICE

		Pagina
	RESUMEN	v
A.	SITUACION ACTUAL DE LA CIUDAD	1
	1. Crecimiento de la ciudad	1
	2. Estructura administrativa	10
	3. Uso del suelo	12
	4. Sistemas de transporte	17
	5. Plan Rector de Vialidad y Transporte	33
B.	EJES VIALES (PLAN DE VIALIDAD)	36
	1. Descripción de los ejes viales, ventajas e inconvenientes	40
	2. Costos	55
C.	EVALUACION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
	1. Evaluación de los ejes viales	57
	2. Recomendaciones	61
	APENDICE A	62
	Notas	65

RESUMEN

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) cuenta con una población de más de 16 millones de habitantes, lo que la ubica en primer lugar entre los urbes latinoamericanas en términos de población y, según algunas definiciones por lo menos, en la misma situación en términos mundiales. Por lo tanto, en la ZMCM se están presentando problemas de transporte y tránsito que aún no se sienten con el mismo rigor en otras ciudades. Por ende, las soluciones desarrolladas en la ZMCM son de gran interés para los planificadores de transporte de otras ciudades de la región latinoamericana. Entre estas soluciones se incluyen los Ejes Viales, tema del presente documento.

La mayor parte de la población de la ZMCM vive en el Distrito Federal, donde la población se triplicó entre 1950 y 1980 y el número de automóviles por persona se multiplicó por ocho, aumentando de esta manera en forma muy significativa las demandas sobre el sistema vial, las que se vieron reforzadas por la expansión diferenciada de las zonas habitacionales, en el sur, y las industriales en el norte.

Se estima que un 70% de los casi veinte millones de viajes personales efectuados diariamente en la ZMCM se generan en el Distrito Federal. A pesar de la ampliación del sistema de metro, aproximadamente 80% de todos los viajes realizados en la ZMCM corresponden a los medios viales de superficie. Dos terceras partes de los viajes tienen como propósito el trabajo o la educación, lo que provoca una concentración de los desplazamientos en unas pocas horas del día, en las cuales la congestión se generaliza en una gran parte de la ciudad.

El primer intento de planificar el desarrollo del sector transporte del Distrito Federal fue el Plan Rector de Vialidad y Transporte, formulado en 1980 por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Departamento del Distrito Federal. Este consistía en cuatro subplanes, uno de los cuales trataba de la vialidad de la ciudad, contemplando el establecimiento de una jerarquía de vías, incluyendo los ejes viales, de los cuales ya se habían implantado 15 con anterioridad a 1979.

El origen de los ejes viales se remonta a las conclusiones de un análisis de la red vial efectuado por el Distrito Federal en 1975, el que confirmó la existencia de puntos de gran la concentración dentro del Circuito Interior. (Véase el gráfico 15).

La estrategia de solución planteada involucraba el aprovechamiento de las vías existentes, dándoles continuidad y unformidad de caracteristicas, para crear una red ordenada de arterias principales de circulación que cruzarian la ciudad en los sentidos norte-sur y este-oeste. Dichos ejes viales no son productos de un proceso integrado de planificación sino que representaron una respuesta pragmática a los problemas más urgentes de la vialidad de la ciudad.

Los primeros 15 ejes viales, con una longitud de 133.3 kms empezaron a funcionar dentro del Circuito Interior en junio de 1979. Forman una red ortogonal de vías, normalmente unidireccionales, aproximadamente equidistantes (un kilometro) una de otra. La red se constituyó aprovechando, donde fue posible, las avenidas existentes. Buscando conceder prioridad al transporte público, los ejes incluyen pistas exclusivas para autobuses. Para maximizar la capacidad vehicular y facilitar el tránsito, se prohibió el estacionamiento en los ejes, se ubicó las paradas de autobus a media cuadra de la intersección, se prohibió que los taxis tomen o dejen pasajeros en los ejes, y se desautorizó el acceso de los camiones de carga a los ejes.

El presente trabajo describe en detalle las caracteristicas de los ejes y presenta una evaluación preliminar de ellos. Se estima que el aumento de capacidad vial que ofrecieron permitió mejoras tanto en las velocidades como en los volumenes de vehiculos, aunque siempre persistian problemas de saturación en algunas intersecciones. Respecto a las pistas exclusivas, la evolución de los volúmenes de vehiculos de la locomoción colectiva no correspondió a la capacidad vial reservada para ellos, con una consecuente subutilización de dicha capacidad. Con relación a los accidentes, se observó un aumento durante los primeros años de operación de los ejes, debido, en parte, a las pistas exclusivas a contramano para autobuses.

A. SITUACION ACTUAL DE LA CIUDAD

1. Crecimiento de la ciudad

La dinámica de crecimiento de la Ciudad de México, desde principios del siglo, se ha presentado en tres etapas: la primera hasta 1930; la segunda de 1930 a 1950 y, finalmente, la tercera de 1950 hasta la fecha.

Durante el primer periodo, el rasgo predominante fue que el Area Urbana de la Ciudad de México (AUCM) casi se circunscribía a los límites de la Ciudad de México.1/ Para 1930, el 98% de la población del AUCM residía dentro de dichos límites. El 2% restante habitaba en las áreas correspondientes a las actuales Delegaciones 2/ de Coyoacán y Azcapotzalco, contiguas a la capital 3/. (Véase el gráfico 1).

El segundo periodo se caracterizó por el crecimiento demográfico y la expansión espacial de la metrópoli. Durante este periodo, y en especial en el decenio de 1940, se inició la desconcentración de comercios y servicios del centro a la periferia inmediata de la ciudad. Había comenzado la descentralización de la población; se aceleró el crecimiento demográfico de lo que conocemos como centro y con mayor intensidad el de las delegaciones del Distrito Federal y la zona adyacente del Estado de México.4/

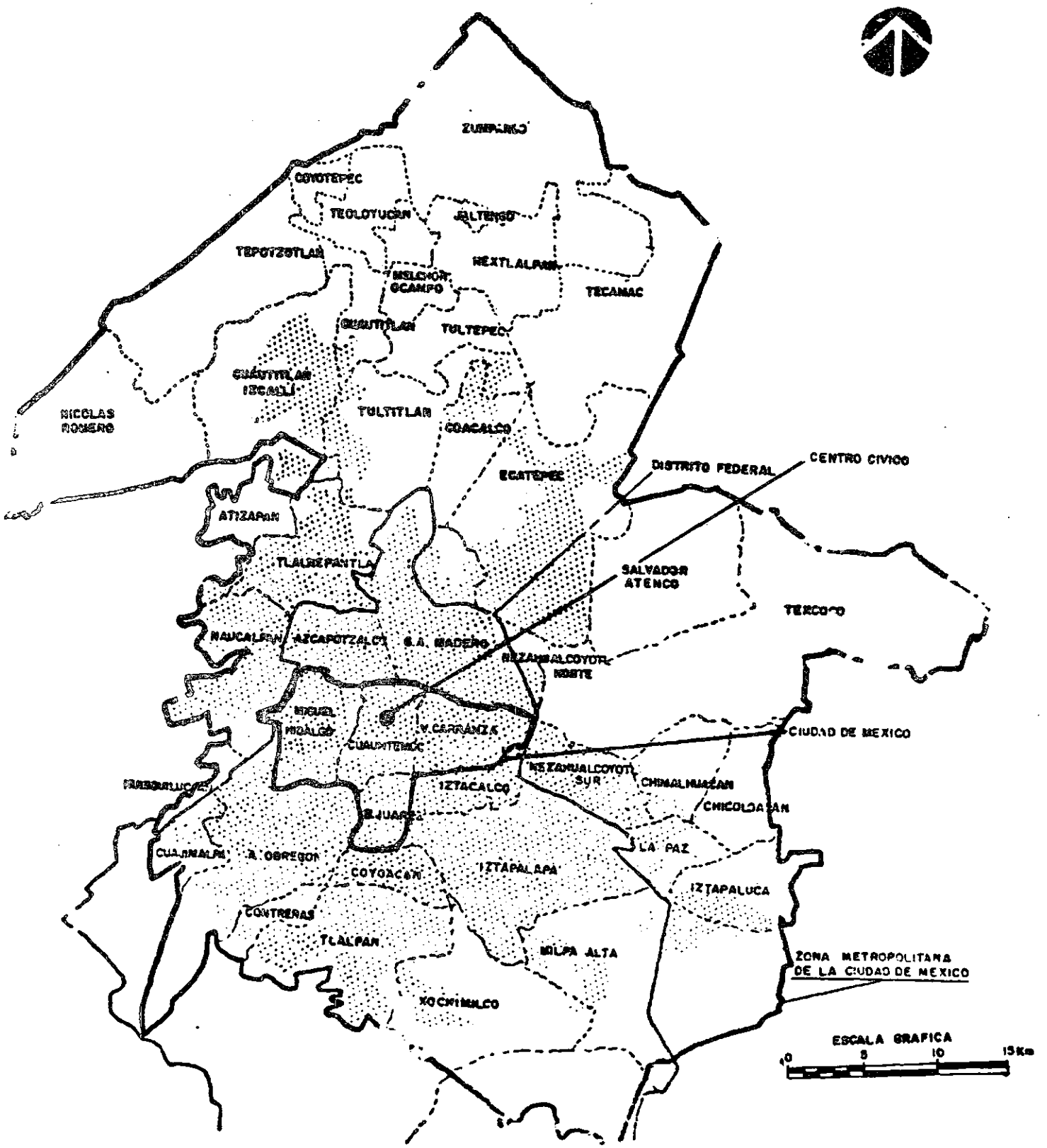
A pesar de la notable aceleración que tuvieron los procesos de expansión habitacional e industrial, el primero básicamente hacia el Sur y el segundo hacia la parte Norte del Distrito Federal, el AUCM ocupó en 1950 un territorio casi circunscrito dentro de dicha entidad federativa.

El tercer periodo (1950 a la fecha) se definió tomando en consideración que durante el decenio de 1950 el AUCM rebasó los límites del Distrito Federal y penetró, durante el decenio de 1960, en forma definitiva en el Estado de México.

En el periodo de 1950 a 1960 los municipios de Naucalpan, Ecatepec y Tlanepantla acusaron una importante expansión industrial y, en menor escala, un incremento demográfico. Para el siguiente periodo, este último cobra importancia con tasas de crecimiento mayores en el Estado de México que en el Distrito Federal. Para 1960, los municipios antes mencionados, sumados al de Chimalhuacán, pasaron a integrar la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).5/ Para 1970, otros municipios se integran a la ZMCM: Zaragoza, Cuautitlán, La Paz, Huixquilucan, Coacalco y Netzahualcóyotl. Este fenómeno constituye una prueba indiscutible de que el proceso metropolitano de la capital sigue su curso ininterrumpidamente pero con un rasgo adicional de significativa

Gráfico 1

UNIDADES TERRITORIALES DE LA CIUDAD DE MEXICO (1970-1984)



AREA URBANA

importancia politicoadministrativa, económica, social, ecológica, etc.: el proceso no ocurre en el Distrito Federal, sino que ha empezado a extenderse muy rápidamente hacia el Estado de México. Por ello, dentro de los últimos estudios que se realizaron durante 1983, se ha considerado que la ZMCM durante el decenio de 1980 quedará conformada por un total de 27 municipios del Estado de México, así como por las 16 Delegaciones del Distrito Federal.

El gran dinamismo productivo y la excesiva concentración de riqueza y población hacen que el comercio y otros servicios cobren una importancia decisiva como fuente de empleos en la ZMCM, lo que la transforma en el centro urbano más importante del país en tamaño, población y dinámica demográfica y económica. Por lo mismo, tiene una fuerte influencia sobre zonas aledañas.

En el gráfico 2 se muestra el crecimiento de la mancha urbana de 1940 a 1983 y se pueden observar los comentarios antes dados.

a) Poblacion

Por sus características geográficas y económicas, el Distrito Federal ha sido hasta hoy el principal foco de desarrollo urbano en México. Su población ha presentado un intenso crecimiento en los últimos decenios, especialmente a partir de 1940, año en que presentaba la mayor densidad del país con 1 185 habitantes por kilómetro cuadrado (1.7 millones de habitantes). En el decenio de 1970 la población ascendió a casi cinco millones de habitantes y para 1983 el Distrito Federal contaba con una población de más de diez millones de habitantes (6 800 habitantes por kilómetro cuadrado).

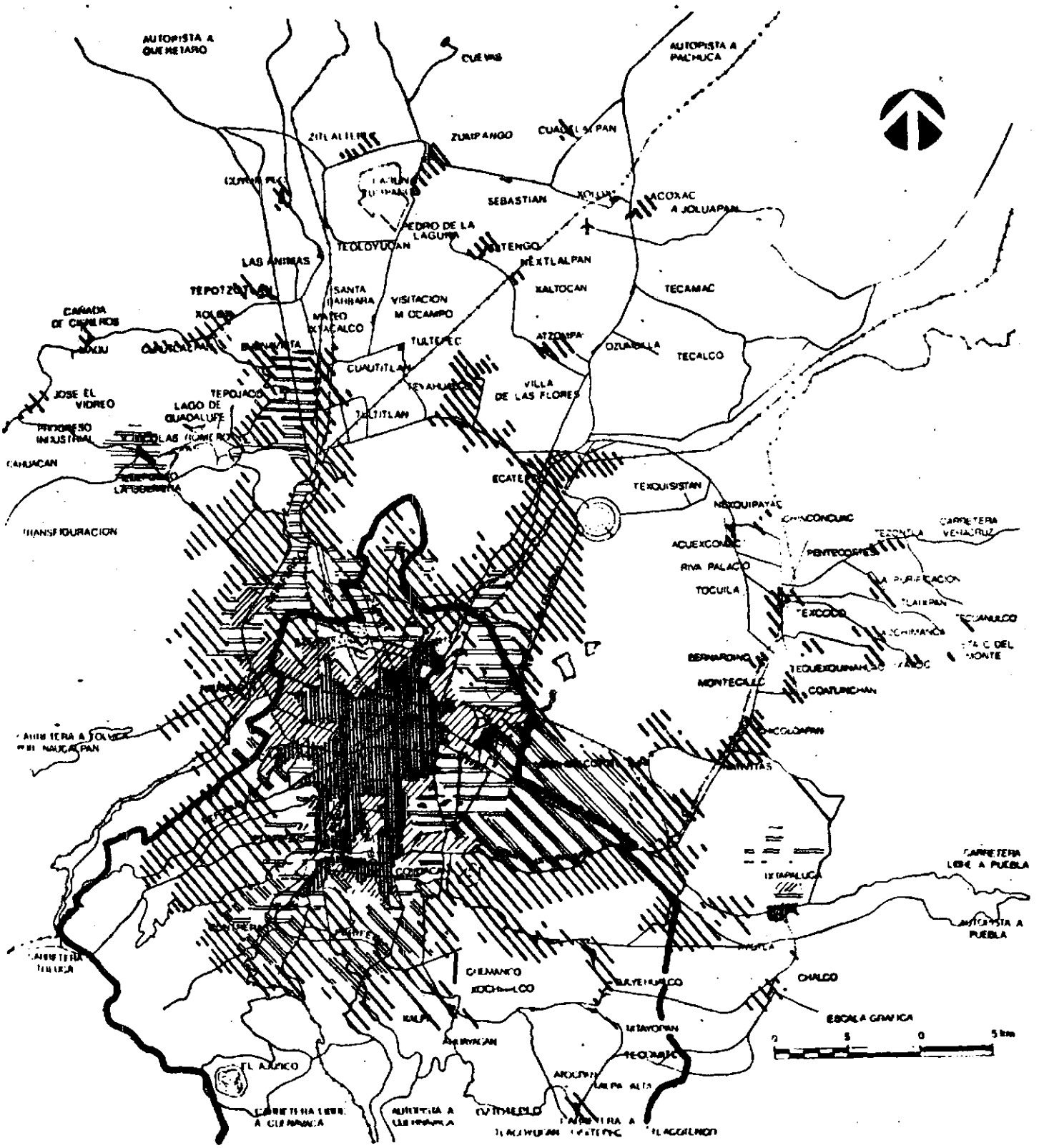
El crecimiento actual de la población de la ZMCM se acentúa en los Municipios del Estado de México, en el que las mayores tasas se presentan en Coacalco con el 15.1% del crecimiento anual, Chimalhuacán con 11.2%, Atizapán de Zaragoza con 11.1% y Ecatepec con 8.5%; en ellos se presenta día con día una mayor interconexión con el Distrito Federal. Los índices de crecimiento más altos en las delegaciones políticas son el de Tlalpan con 8.3%, Cuajimalpa con 7.6%, Tláhuac con 6.9%, Magdalena Contreras con 6.3% e Iztapalapa con 5.9%.

Actualmente se estima que la ZMCM cuenta con una población aproximada de 16.3 millones de habitantes, equivalente al 22.5% del total de los habitantes del país, con una tasa anual de crecimiento demográfico superior al 5%. El Distrito Federal, como se mencionó anteriormente, alberga la mayor parte de esta concentración humana. (Véase el Cuadro 1).

La densidad de población que reside en el Area Urbana de la Ciudad de México (AUCM) oscila entre 47 hab/ha en algunas zonas de la periferia y casi 600 hab/ha en el centro, donde tiende a disminuir. Esta disminución obedece, entre otros factores, a la gran concentración de actividades comerciales y administrativas que han desplazado el uso habitacional.

Gráfico 2

CRECIMIENTO HISTORICO DE LA MANCHA URBANA DE 1970 A 1983



Cuadro 1

POBLACION EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO:

DISTRITO FEDERAL (1)

DELEGACION	POBLACION (2)	AREA (KM2)	DENSIDAD (HAB/KM2)
Gustavo A. Madero	1 790 400	87.0	20 579.31
Iztapalapa	1 578 700	120.4	13 112.12
Cuauhtemoc	845 500	31.5	26 841.27
Alvaro Obregon	739 900	94.5	7 829.63
Coyoacan	677 100	54.4	12 446.69
Venustiano Carranza	665 600	34.0	19 576.47
Azcapotzalco	644 200	38.0	16 952.63
Iztacalco	625 800	23.0	27 208.69
Benito Juarez	609 900	27.5	22 178.18
Miguel Hidalgo	528 800	42.5	12 442.35
Tlalpan	495 300	312.0	1 587.50
Xochimilco	267 800	112.0	2 390.64
Magdalena Contreras	224 100	68.0	3 295.58
Tlahuac	202 200	93.0	2 174.19
Cuajimalpa	125 800	77.0	1 633.76
Milpa Alta	61 100	281.0	217.43
SUBTOTAL	10 082 200	1 495.8	190 466.44

(Cont.)

ESTADO DE MEXICO

MUNICIPIO	POBLACION (2)	AREA (km2)	DENSIDAD (Hab/km2)
Nezahualcoyotl	1 592 800	nd	nd
Ecatepec	974 000	79.0	12 267.00
Tlanepantla	813 000	64.3	12 651.60
Naucalpan	804 300	63.7	12 626.40
Cuautitlan	347 400	nd	nd
Atizapan de Zaragoza	291 600	23.0	12 678.30
Coacalco	152 000	11.4	13 386.00
Tultitlan	149 900	17.0	8 817.60
La Paz	140 100	19.2	7 296.90
Chimalhuacan	104 000	nd	nd
Huixquilucan	83 500	10.3	8 107.00
Nicolas Romero	155 700	nd	nd
Texcoco	133 900	nd	nd
Ixtapaluca	94 700	nd	nd
Chalco	91 700	nd	nd
Zumpango (3)	64 100	nd	nd
Teoloyucan	40 000	nd	nd
Cuautitlan de R.Rubio (3)	43 400	nd	nd
Chicoloapan	32 900	nd	nd
Tepotzotlan	28 900	nd	nd
Tultepec	28 200	nd	nd
Tecamac (3)	37 400	nd	nd
Melchor Ocampo (3)	16 400	nd	nd
Salvador Atenco (3)	15 100	nd	nd
Coyotepec (3)	12 800	nd	nd
Taltenco (3)	6 500	nd	nd
Nextlalpan (3)	4 800	nd	nd
SUBTOTAL EDO. MEXICO	6 260 200		
TOTAL AREA DE ESTUDIO	16 342 400		

(1) Estudios preliminares de El Colegio de México. Proyección número 11. Inmigración al AMCM, constante; emigración del AMCM, constante; fecundidad, programática. Julio de 1983. (Cifras redondeadas).

(2) Interpolación entre 1980 y 1985 con la fórmula de tasa compuesta de crecimiento, en las proyecciones de El Colegio de México.

(3) Datos proporcionados por la Comisión de Transporte del Estado de México, 4 de agosto de 1983, con base en datos preliminares de Censo de 1980, los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y cálculos de la misma Comisión.

nd = **No disponible.**

La zona de más alta densidad de la ZMCM es la del conjunto habitacional Nonoalco - Tlatelolco, con una densidad aproximadamente de 1 300 habitantes por hectárea y ubicada en la Delegación Cuauhtémoc. Las delegaciones con mayor densidad son las de Venustiano Carranza, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Azcapotzalco, Guatavo A. Madero e Iztacalco. La de menor densidad es la de Milpa Alta. En el Estado de México, el municipio más densamente poblado es el de Nezahualcóyotl. Las densidades de cada delegación y municipio se presentan en el cuadro 1.

En el Distrito Federal son, precisamente, las delegaciones de Venustiano Carranza, Iztapalapa, Iztacalco y Gustavo A. Madero (al norte y oriente) donde se concentra mayoritariamente la población económicamente activa (PEA) que percibe hasta una vez el salario mínimo y en donde se observa un fuerte crecimiento demográfico y se concentra aproximadamente el 50% de la población total de la entidad. La PEA con ingresos mayores a 10 veces el salario mínimo se localiza principalmente en las delegaciones de poniente y el sur.

b) Motorizacion

Paralelamente a este intenso crecimiento de la población, las necesidades de transporte se han ido multiplicando y con ello el número de vehículos, ya que el uso del automóvil particular ha sido estimulado económicamente por la deficiente planificación que patentiza el desarrollo urbano en su entorno. Cabe señalar que en 1980 el crecimiento de la población se estimaba en 5.8% anual, mientras el del automóvil era del 10.5%.

En el cuadro 2 se muestra el crecimiento que ha tenido la población y el número de automóviles en el Distrito Federal, lo que se ilustra en el gráfico 3. Se puede observar que el grado de motorización (número de habitantes por vehículo) decreció a partir del decenio de 1940, en que se consideraba de 36.6, a menos de 5 habitantes por vehículo en la actualidad. Como se observa en el cuadro, en el Distrito Federal, el grado de motorización empieza a crecer en forma lenta de 1935 a 1955. A partir de esta última fecha, empieza a crecer rápidamente. Así, para el año 1970, se considera que había en el Distrito Federal un automóvil por cada 10 habitantes y para 1980 un automóvil por cada cinco habitantes. Algunos autores, entre ellos Jacov Zahavi 6/, consideran que el nivel de saturación se alcanza cuando se llega a tener un vehículo por cada dos habitantes. Si se toma en cuenta este criterio, se puede aceptar que está próximo a alcanzarse dicho nivel. Por ende, se consideró en 1979 la necesidad de ampliar las arterias y calles con el objeto de absorber el grado de motorización esperado, y con la finalidad de poder mantener la velocidad de desplazamiento dentro del mismo período de movimiento.

Asimismo, es interesante notar que el 57.2% de las familias de la población del Distrito Federal no cuenta con automóvil; el 25.3% cuenta con uno; 9.5% con dos y el 8% con tres o más automóviles. Esto indica una desigual repartición de este medio de transporte y explica la importancia que en los últimos años ha puesto el Gobierno en fomentar el transporte público.

Cuadro 2

HABITANTES POR AUTOMOVIL Y AUTOBUS EN EL DISTRITO FEDERAL

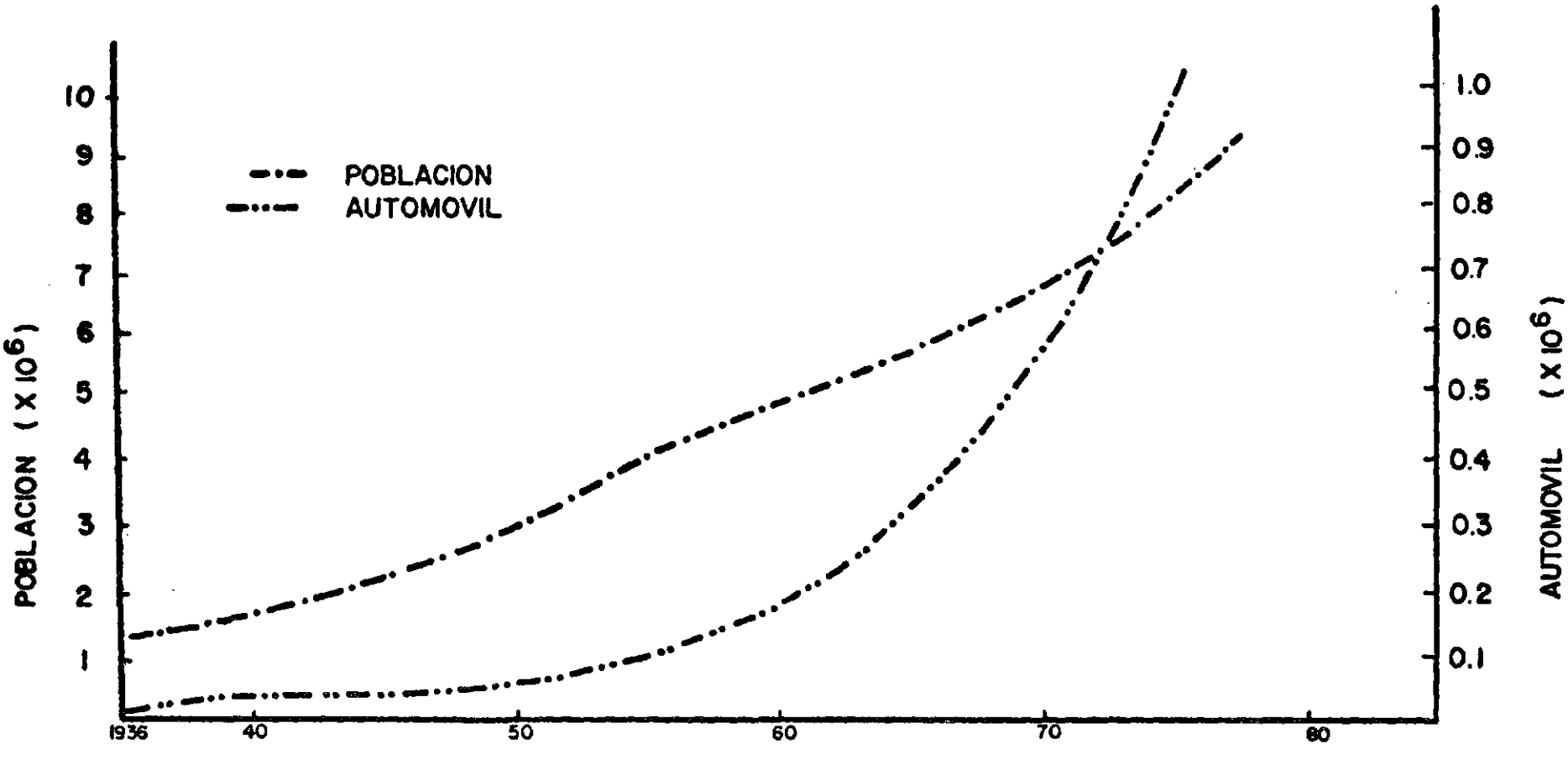
Año	Población (D.F.)	Hab./automóvil	Hab./autobús (1)
1940	1 760 000	36.6	780.5
1950	3 050 000	41.0	712.6
1960	4 870 000	19.6	704.8
1970	6 967 000	10.0	704.5
1980	9 376 000	5.0	647.2

(1) Se incluye todo tipo de autobuses inscritos en el Distrito Federal (urbanos, escolares, particulares).

Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto. Estadísticas Anuales. Dirección General de Estadísticas.

Gráfico 3

CRECIMIENTO DE LA POBLACION Y DEL AUTOMOVIL EN EL DISTRITO FEDERAL



2. Estructura administrativa

La estructura administrativa actual del Departamento del Distrito Federal se fundamenta en la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal, promulgada en 1978, y en las reformas y adiciones hechas en 1984. En ella, se persigue lograr la participación ciudadana, así como la descentralización de las atribuciones, decisiones y actividades que conciernen y afectan a la ciudadanía.

En el gráfico 4 se ilustra el actual organigrama del Departamento del Distrito Federal, que encabeza el Jefe del Departamento del Distrito Federal. A su cargo tiene seis Secretarías, además de la Oficialía Mayor, la Tesorería y la Contraloría General.

Es necesario señalar la creación de tres dependencias de Coordinación General, a saber: la Jurídica, la de Transporte y la de Abastos y Distribución. La primera agregará a sus funciones la de traducir a normas jurídicas el resultado de las diversas instancias de consulta popular.

La de Abastos y Distribución se ocupará de comercializar alimentos básicos, en busca del beneficio equilibrado de consumidores y productores.

Por último la Coordinación General de Transporte coordinará el funcionamiento de los diversos medios de transporte público a cargo de órganos del Departamento, que conservan su personalidad jurídica y atribuciones. Su acción está encaminada fundamentalmente a crear un sistema integrado de transporte público.

En la estructura administrativa del Distrito Federal, las actividades que competen al sector transporte han quedado inscritas en las funciones que llevan a cabo las Secretarías de Planeación y Evaluación, de Protección y Vialidad y la Coordinación General de Transporte. Por su parte, la Coordinación General de Transporte coordina la Comisión de Vialidad y Transporte y los organismos descentralizados que manejan el transporte público, es decir, el Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC), el Servicio de Transportes Eléctricos (STE) y los Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100.

Cabe señalar que con respecto al servicio de taxis libres, de sitio y de ruta fija, es la Secretaría General de Protección y Vialidad quién regula su funcionamiento.

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

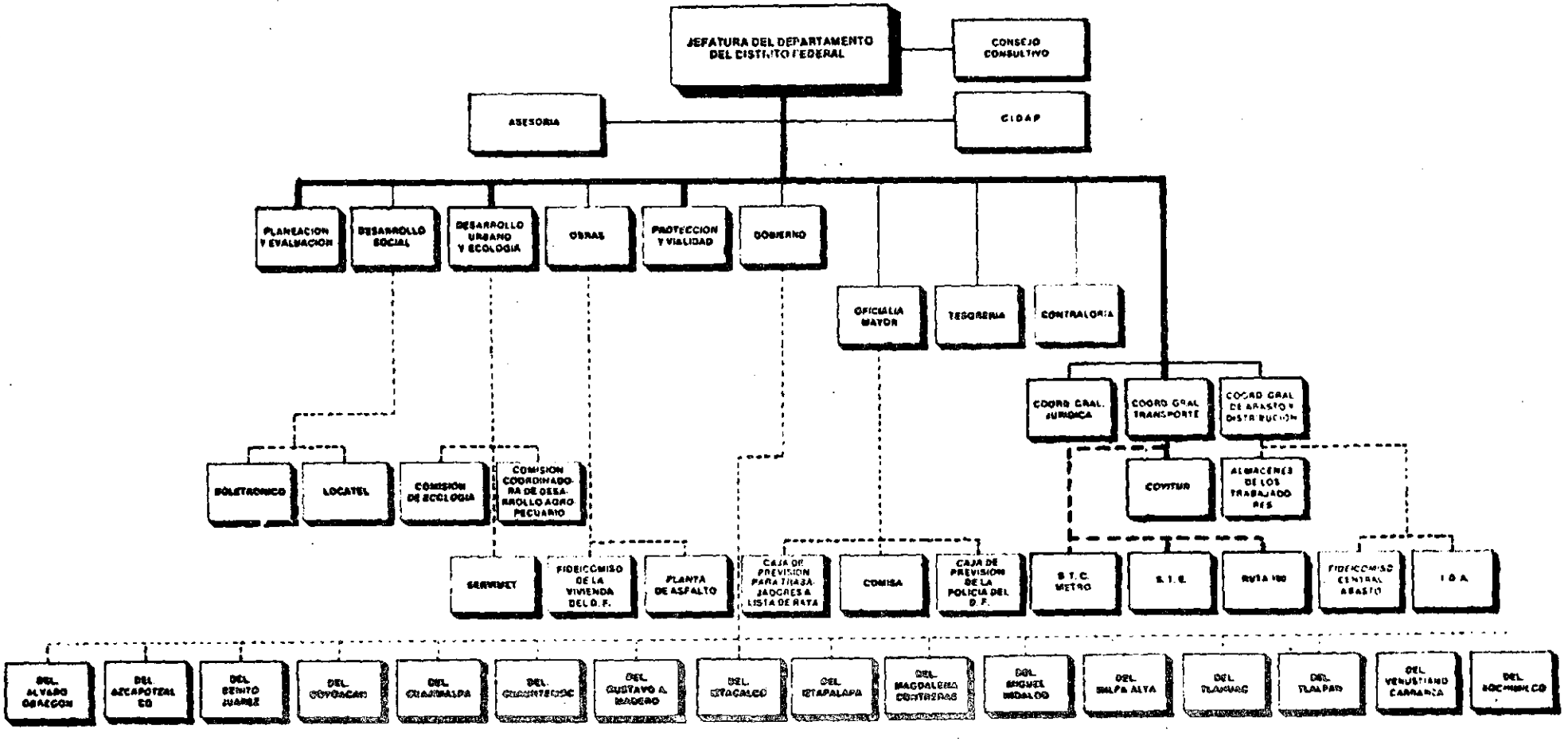


Grafico 4

11

La Coordinación General de Transporte, tiene varias funciones, según se especifican en el artículo II del Reglamento Interior del Distrito Federal. Incluyen tareas de: (1) elaboración de estudios sobre el sistema de transporte del Distrito Federal; (2) planificación en materia de tránsito y transporte; (3) especificación de normas y características técnicas de equipos de tránsito; (4) regulación del transporte público y (5) coordinación entre las entidades que participan en el sistema de transportes del Distrito Federal.

Conviene señalar, además, que conforme lo marca el Plan Nacional de Desarrollo, el Departamento del Distrito Federal se coordina con el Estado de México en materia de planificación con el propósito de considerar a la ZMCM como un todo.

3. Uso del suelo

El crecimiento de la zona urbana de la capital del país es producto de un proceso no controlado de incorporación de suelos agrícolas, zonas de conservación ecológicas, barrancas y cerros no aptos para usos urbanos, fenómenos que se deben predominantemente a la forma en que funciona el mercado del suelo, es decir, a los sistemas comerciales para vender terrenos y edificaciones.

La dinámica de este proceso ha traído como resultado la formación de una extensa zona urbana continua de aproximadamente 542 km2, equivalente al 36% del total del territorio del Distrito Federal, con una proporción del orden del 17% de lotes baldíos, y un asentamiento obligado de los sectores de menores ingresos en terrenos ejidales, comunales o particulares y de uso agrícola o pastizales, con altos costos para la dotación de servicios.

En el caso de las delegaciones que conforman la zona central de la ciudad (Benito Juárez, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc), la distribución de la población es relativamente homogénea, ya que en general, su desarrollo ha adquirido características más o menos uniformes. En esta zona se han concentrado tradicionalmente buena parte de los servicios y las oportunidades económicas de que disponen los habitantes del Distrito Federal. En esta medida, hasta 1950, la población optó por ubicarse en la zona central, lo que generó el desarrollo de patrones urbanos dependientes del uso de la tierra alrededor del centro de la ciudad.

En los últimos 30 años, la población ha preferido residir en delegaciones localizadas en zonas intermedias y en la periferia del Distrito Federal.

El proceso descentralizador mencionado se ha debido también al acelerado incremento del valor de la tierra situada en las zonas centrales, que ha propiciado la sustitución de usos de suelo de tipo habitacional por usos más rentables, y la apertura de grandes

sectores urbanos al crecimiento a causa de la espectacular ampliación de los sistemas de transporte en general, y de los de transporte privado en particular.

Las delegaciones periféricas resultan mucho más heterogéneas que las de la zona central de la ciudad, debido a que contienen, en general, aspectos de tipo urbanistico de carácter más o menos reciente, en los que los patrones de estructuración urbana revisten caracteristicas diferentes del tipo de estructuración tradicional que puede observarse en lo que antes constituía la Ciudad de México.

En 1950, la zona dedicada a usos habitacionales representaba el 72% del total de la región urbanizada, porcentaje que se elevó a 77% en 1960 y se ha conservado prácticamente constante hasta la fecha.

La zona dedicada a usos industriales por habitante ha permanecido más o menos constante es últimos 30 años, como se puede observar en el cuadro 3, mientras que la dedicada a usos de tipo recreativo ha disminuído apreciablemente.

El total de la zona urbana utilizada dentro del Distrito Federal aumentó de 229.8 kilómetros cuadrados en 1950 a 314.2 en 1960 y a 462 en 1970 7/ y a 542 kilómetros cuadrados en 1983.

Cuadro 3

USO DEL SUELO DEL DISTRITO FEDERAL
(Ha/1 000 Hab.)

USO DE SUELO	1950	1960	1970
Zona habitacional	5.422	4.918	5.058
Zona industrial	0.470	0.437	0.486
Zona verde	0.795	0.506	0.519
Usos especiales	0.561	0.344	0.277
Otros usos	0.267	0.223	0.261
TOTAL	7.515	6.428	6.601

Fuente: Centro de Estudios Económicos y Demográficos. Estudio Demografico del Distrito Federal, México: El Colegio de México, 1975, Vol.1. p.143.

En los gráficos 5, 6 y 7 se muestra la distribución del uso del suelo habitacional, industrial y de servicios que se presenta actualmente en el Area Metropolitana de la Ciudad de México.

Gráfico 5

USO DEL SUELO-HABITACIONAL DE LA ZMCM

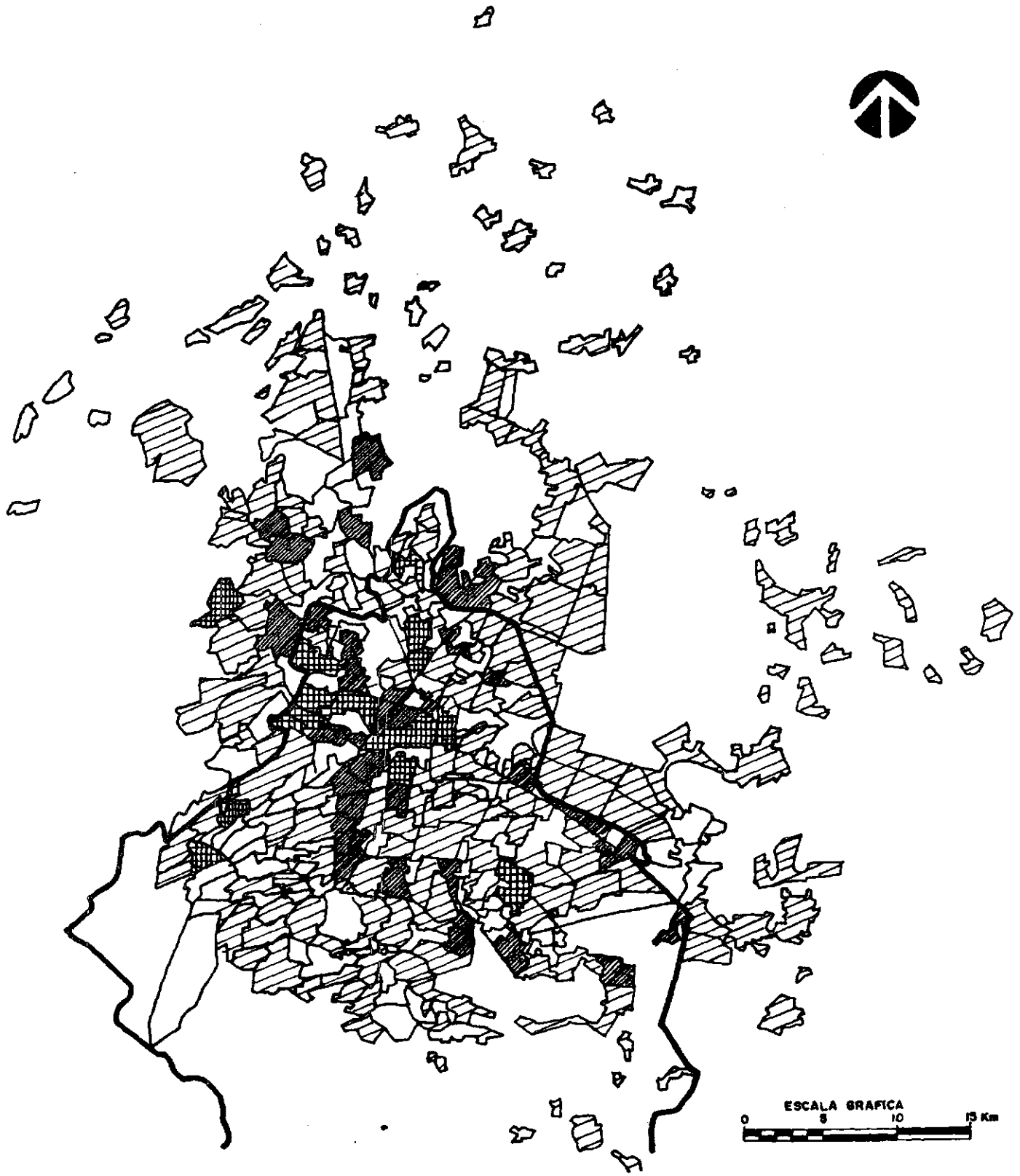


Gráfico 6

USO DEL SUELO - INDUSTRIAL DE LA ZMCM

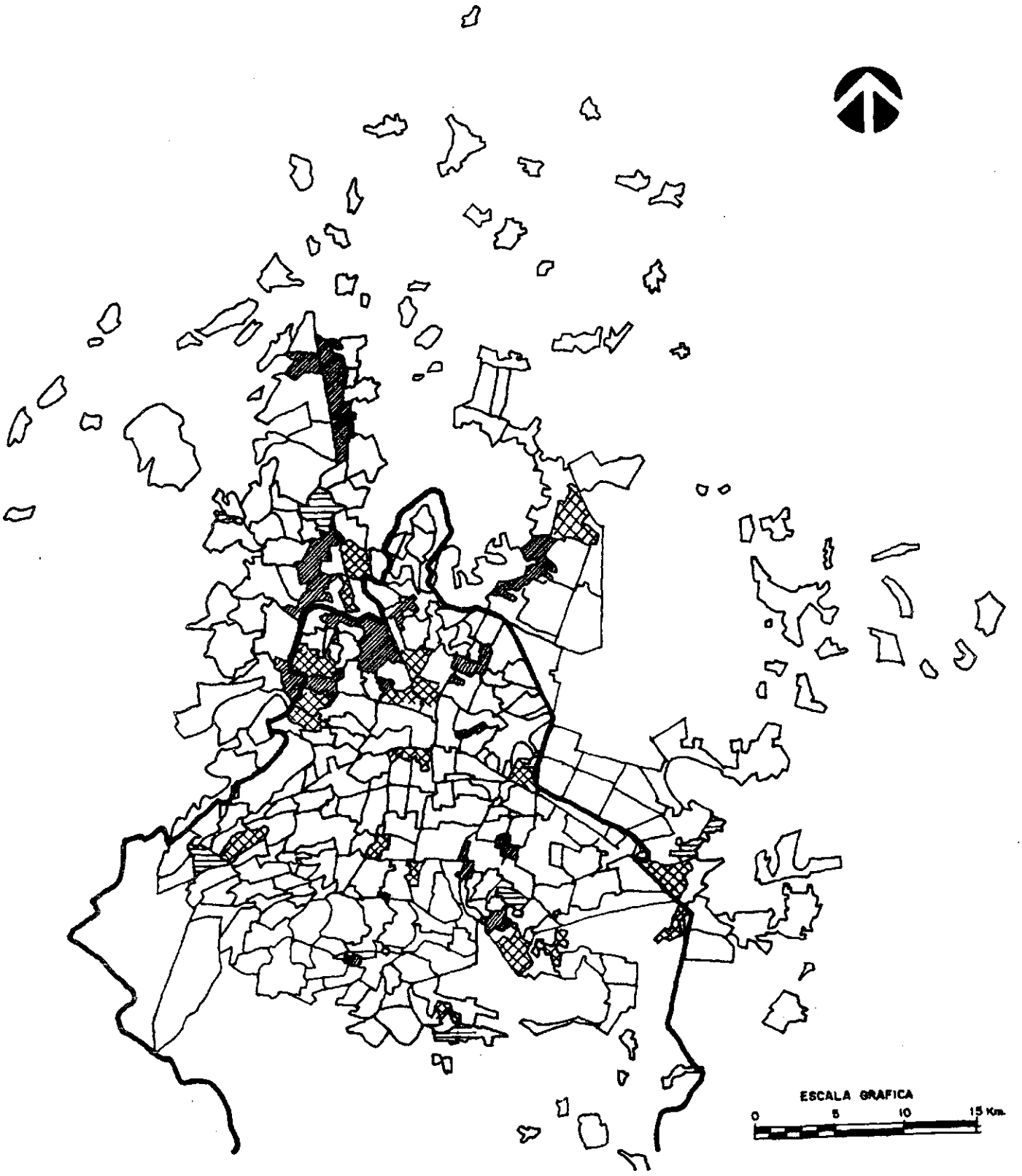
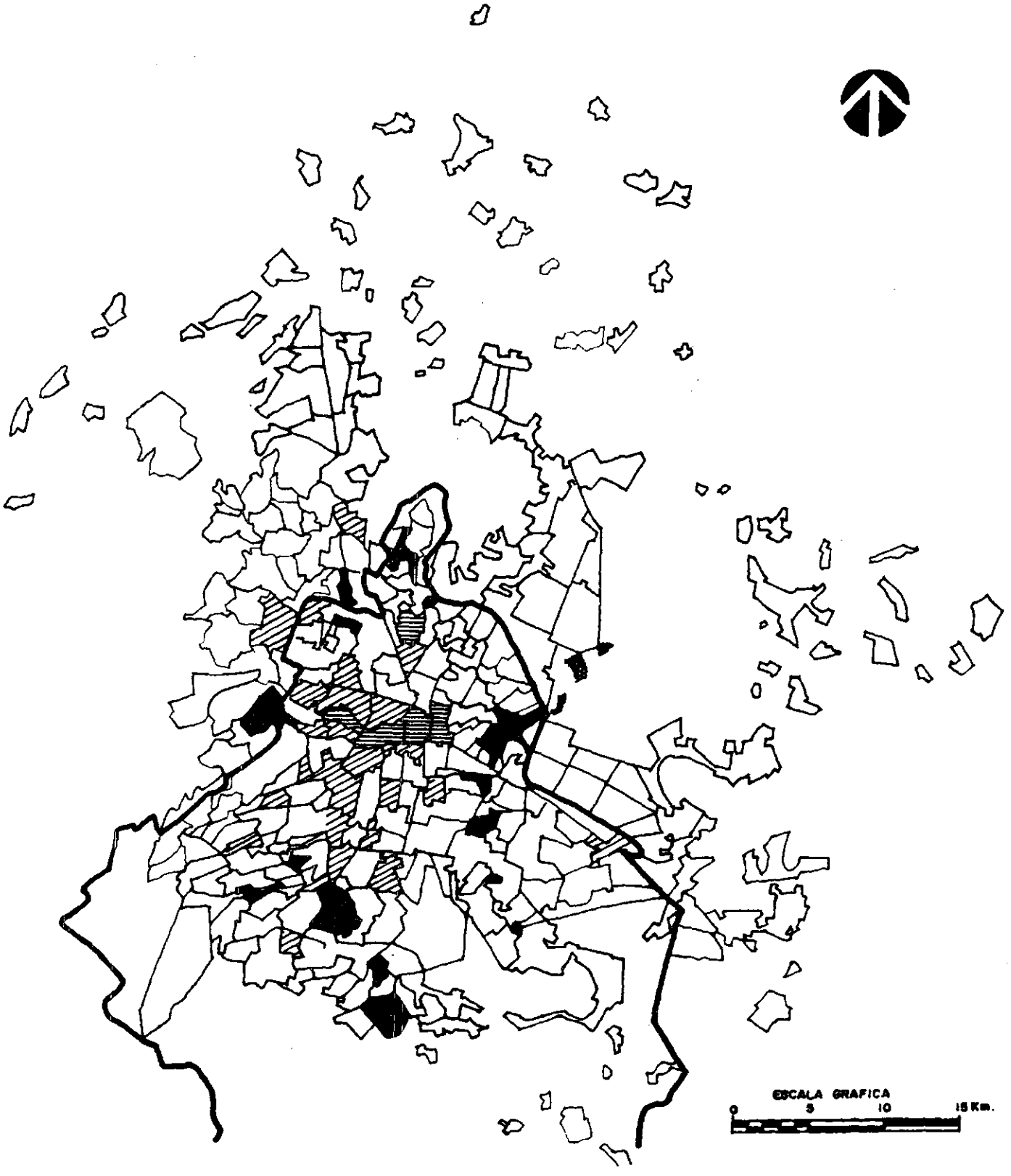


Gráfico 7

USO DEL SUELO - SERVICIOS DE LA ZMCM



4. Sistemas de transporte

Las circunstancias que determinaron que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México albergara al 22.5% de la población total del país y absorbiera al 42% del total de empleos, así como el 55% de la inversión nacional, han llevado a que el transporte urbano se presente dentro del siguiente contexto:

i) El 40% (1984) de la inversión pública del Departamento del Distrito Federal (DDF) se destina a la infraestructura y equipo de transporte.
ii) El servicio de transporte absorbe más del 15% del ingreso familiar, consume cerca del 40% de los recursos energéticos y hasta 30% del tiempo del trabajador.
iii) La inversión federal per cápita en el Estado de México es tres veces inferior a la media nacional y más de cinco veces menor que la que se realiza en el Departamento del Distrito Federal, lo cual limita las posibilidades de mejora del transporte en las zonas conurbadas.

a) Descripcion

El Sistema de Transporte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México está integrado por el transporte privado en sus diferentes modalidades, el transporte de alquiler, el transporte masivo y el transporte de carga, según se muestra en el gráfico 8. Asimismo, en el cuadro 4 se presentan las principales características del sistema de transporte.

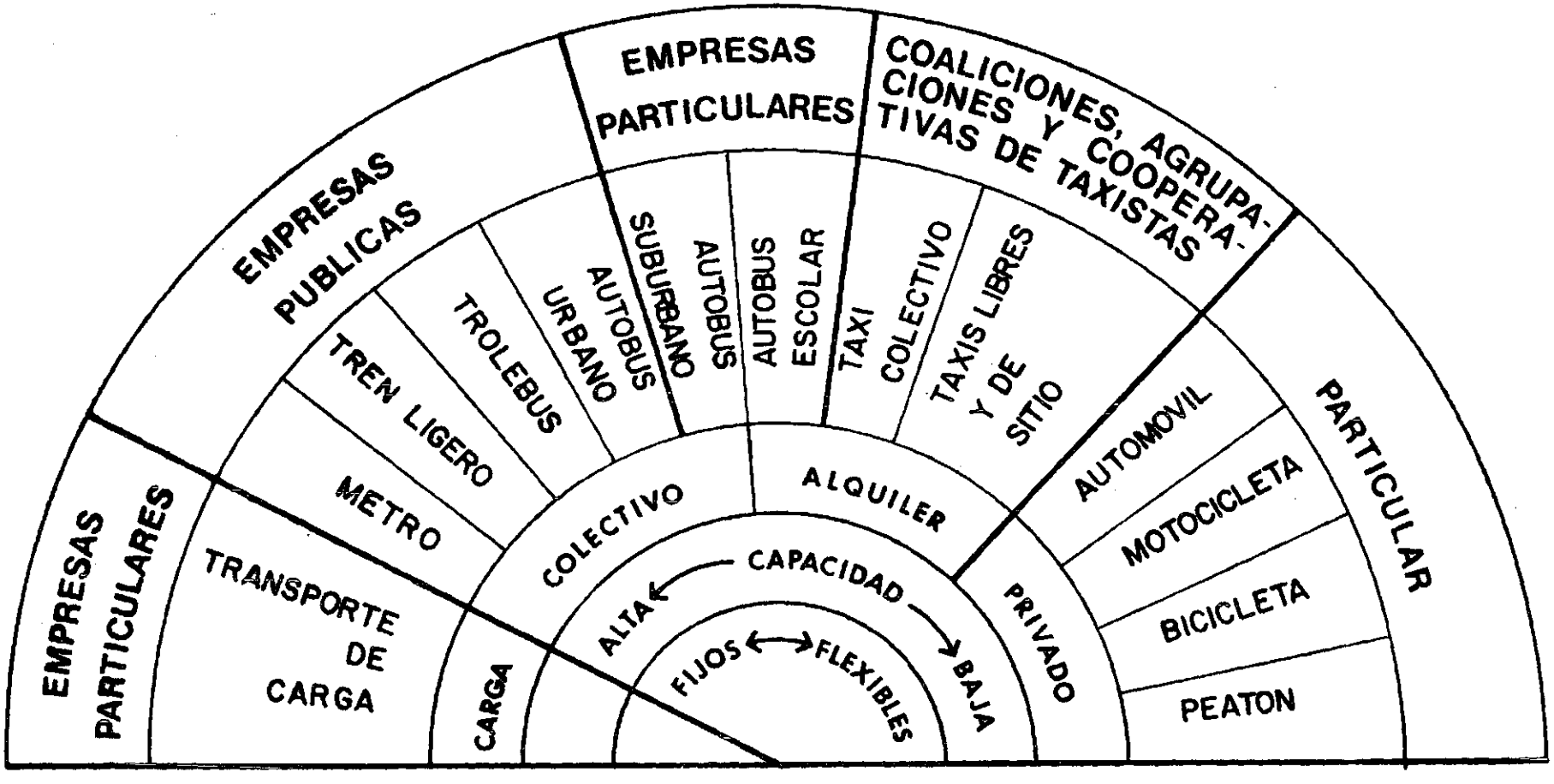
La Zona Metropolitana de la Ciudad de México, presenta un total de 19.5 millones de viajes/persona/día, de los cuales el 80.3% se realizan en transporte público (con el 5% del total de vehículos) mientras que el 19.7% restante se realizan en transporte privado. Se considera que el 70% de los viajes generados corresponden al Distrito Federal y el resto al área conurbada.

El sistema vial de la ciudad está constituido por dos anillos concéntricos, vías radiales, una serie de ejes transversales que forman una retícula (los que se tratarán más adelante) y otras vías importantes.

Los anillos concéntricos son el Anillo Periférico con 78.5 km de longitud total planeada, de los cuales están construidos a la fecha 31.8 km y faltan por ejecutarse 46.7 km; el otro anillo, Circuito Interior, tiene una longitud total de 34.5 km, de los cuales 16.8 km funcionan como vías de acceso controlado y faltan por complementarse 17.7 km. Las vías radiales son Río San Joaquín, Ignacio Zaragoza y Aquiles Serdán, esta última con un tramo en funcionamiento de Av. de las Culturas al distribuidor Tacuba;

SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Gráfico-8



queda por concluirse el tramo comprendido entre el distibuidor Tacuba y el Circuito Interior por la Av. Marina Nacional. Entre otras vías primordiales existen el Viaducto Miguel Alemán, la Calz. de Tlalpan, la Av. Insurgentes, el Paseo de la Reforma, la Av. Constituyentes, la Calz. de Guadalupe, la Calz. de los Misterios, la Av. Instituto Politécnico Nacional y la Av. Universidad.

Cuadro 4

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE MEXICO

Medio de transporte	Capacidad/ unidad de transporte	Tamano de la flota (1)	Longitud de la red (km)	Recorr prom. unidad/dia (km)	Tipo de empresa
Automóvil	5	1 706 435 (2)	-0-	52	privada
Taxi	5	47 325	-0-	143.6	privada
Taxi colectivo	5-10	52 200	nd	400	privada
Autobús suburbano	60	7 000	nd	292	privada
Autobús urbano(R-100)	90	4 300	8 294	179.4	pública
Trolebús(S.T.E.)	110	275	330	180	pública
Tren ligero(S.T.E.) (tranvia)	170	30	43	130	pública
Metro (S.T.C.)	1 750	1 800	98.5	459	pública

(1) Datos a diciembre de 1983. Valores de flota total, sin ser éste el número de unidades en operación.

(2) Datos de 1981.

nd = no disponible

En automóviles particulares se realiza un total de 4.27 millones de viajes/persona/dia, es decir, el 20.6% de los viajes de la metrópoli, mientras que en otros medios de transporte particular solamente un 0.5%. En general, se desestimula el uso de la bicicleta y motocicleta debido a la inseguridad y el riesgo que corren sus usuarios de ser atropellados, por la falta de aplicación de los reglamentos y la carencia de zonas viales exclusivas para su circulación.

En relación con los dispositivos de control del tránsito, en 1983 había 1 643 cruceros con semáforos electromecánicos y un sistema de semáforos controlados por computadora que manejaba 730 intersecciones de la Ciudad.

En el renglón de los estacionamientos, en 1983 funcionaban 595 lotes con una capacidad de 50 987 espacios; 147 estacionamientos de uso público en edificios, con una capacidad de 37 268 espacios, lo que da un total de 743 estacionamientos con una oferta de 88 255 espacios.

Para facilitar la transferencia de los usuarios de transporte individual a transporte público, se han habilitado 4 462 espacios en lotes y edificios aledaños a estaciones del Metro y paraderos de autobuses. Se construyen actualmente otros 3 406 espacios de este tipo.

Los taxis, en sus diversas modalidades, atienden alrededor del 9.8% del total de viajes/persona/día. El servicio es ineficiente y caro, debido principalmente, a su falta de programación, lo que ha propiciado la libre competencia de los prestadores particulares, quienes, para poder participar en el mercado, abusan de procedimientos legales, como el juicio de amparo, y constituyen un grupo mayoritario denominado de los "tolerados", con unidades irregulares en cuanto a las características adecuadas para prestar el servicio, las que no satisfacen los requisitos reglamentarios para proporcionar transporte; este conjunto lo auspician y controlan personas ajenas a los gremios de taxistas.

Las irregularidades del servicio colectivo en taxis, así como su alto costo, provocan desconfianza en el usuario, ya que dificultan la programación de sus desplazamientos diarios en un medio de transporte que, como éste, es sumamente inconstante y muy peligroso debido a la poca precaución de los conductores; este último problema, aunque podría generalizarse para todos los medios de transporte, es más pronunciado en el caso anotado.

Por otra parte, dentro del transporte de alquiler, los autobuses escolares, de empleados y de turismo realizan cerca de 191 612 viajes/persona/día, lo cual equivale al 1% del total considerado. Este servicio se presta con aproximadamente 4 000 unidades.

Los autobuses suburbanos transportan cerca de 3.2 millones de viajes/persona/día, lo que representa el 15.2% del total de viajes generados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En su mayor parte, pertenecen a empresas privadas, las cuales funcionan mediante concesión federal (Secretaría de Comunicaciones y Transporte) o local (Gobierno del Estado de México). Es interesante notar que este servicio no llega al centro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, sino que tiene sus terminales en las estaciones del metro, por lo que funciona como un transporte regional.

En lo referente a los autobuses urbanos, este sistema se ha integrado en una red de rutas directas y de servicios alimentadores y estos últimos conectan a las zonas de la periferia con otros servicios. La cantidad de autobuses urbanos en servicio a

principios de 1983 ascendía a 4 300 unidades, y en ellos se movilizaban más de 5.8 millones de pasajeros diarios, lo que representa el 29.4% del total de viajes que se producen en el Distrito Federal y su área conurbada. Conforman el organismo Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100 22 536 personas.

La reestructuración del servicio de autobuses R-100, a partir de su explotación por las municipalidades, trajo como consecuencia una disminución importante del número de unidades en servicio, ya que buena parte del equipo comprado a los concesionarios se encontraba obsoleto. Ello provocó una reducción brusca en la oferta del servicio y repercusiones negativas en la economía de los usuarios, ya que éstos se vieron obligados a utilizar otros medios de transporte más deficientes y con tarifas mucho más altas, como en el caso de los taxis (combis) de ruta fija.

El Servicio de Transportes Eléctricos cuenta con una red de 330 km para los trolebuses y 43 km para los tranvías (también llamados "trenes ligeros" en México), distribuidos en 14 líneas los primeros y en una línea con dos ramales los últimos. Se hallan en servicio 275 trolebuses y 30 tranvías que transportan en total 0.6 millones de pasajeros diarios, lo que equivale al 2.9% del total de viajes/persona/día.

Se considera, por lo mismo, que no se ha dado la importancia debida al transporte por medio de trolebuses y tranvías, habida cuenta de que estos medios de transporte causan menos contaminación.

La red del metro alcanza en la actualidad 105 km, distribuida en 7 líneas con un total de 1 940 carros en servicio, que transportan 4.2 millones de pasajeros diarios, sin incluir los transbordos; esto representa el 20.6% del total de viajes que se generan en la zona metropolitana, y en los días de máxima demanda el número de pasajeros puede llegar a 4.3 millones. Actualmente continúa la construcción de nuevas líneas y la ampliación de otras.

La capacidad técnica recomendable en cuanto al número de pasajeros transportados por carro y por año en el STC-Metro, es de 560 000. Sin embargo, esta capacidad se rebasó desde 1971 y anualmente la sobrecarga ha venido incrementándose, ya que la afluencia de pasajeros crece más rápidamente que las líneas necesarias para satisfacer esta demanda.

En materia de transporte de carga, hay 182 150 camiones inscritos en el Distrito Federal, de los cuales 10 803 corresponden al servicio público de carga. Diariamente ingresan a la ciudad de México, por sus nueve principales accesos por carretera, más de 20 500 vehículos de carga, de los cuales más del 10% utilizan la vialidad para cruzar la ciudad.

Asimismo, se estableció una zona restringida para el transporte de carga y se fijó un límite de capacidad por unidad (3.5 toneladas), el cual ha sido desvirtuado por los prestadores y

empresas en general, con la puesta en servicio de vehículos de menor tonelaje. Como consecuencia, actualmente se ha duplicado el número de los vehículos de carga en el Distrito Federal y los problemas de vialidad y transporte, en vez de resolverse, se han agudizado.

Por otra parte, se presenta un problema fundamental con el financiamiento, ya que el ajuste de precios y tarifas equivalentes a los costos reales en el transporte público, se enfrenta a dificultades de carácter social y político que impiden su debida adecuación. Asimismo, el nivel de la tarifa del transporte público impide la formación de recursos propios para reparar las unidades o sustituir las que así lo requieran, además de que no permite la ampliación de las redes del sistema, a no ser que se subsidie su funcionamiento. En estos momentos (principios de 1985) en promedio, el subsidio alcanza el 95% del costo de operación, para el transporte público prestado por el Departamento del Distrito Federal (STE, R-100, STC.).

Existen situaciones que agravan aún más el problema del transporte en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; entre ellas, cabe mencionar las siguientes:

i) La invasión acelerada del vehículo de motor a un sistema que no estaba capacitado para soportarla, lo que ha provocado problemas de tránsito que se traducen en accidentes y congestionamientos.
ii) El tipo de cambio actual de la moneda incrementa sensiblemente los costos relativos, en pesos, de los repuestos y materiales de refacción importados, para el adecuado mantenimiento de las unidades que integran el sistema de transporte.
iii) La escasez de divisas impide la importación de ciertos repuestos y materiales de refacción indispensables que no se producen en México. Además, la falta de materias primas importadas limita la fabricación de productos semielaborados, para satisfacer esa demanda de repuestos.
iv) La importación de ideas y esquemas ajenos a nuestra realidad obliga a buscar formas de solución propias que se adapten a los problemas particulares de la ciudad de México y sus habitantes.

En términos generales, se puede decir que la explosión demográfica, la inmigración proveniente del medio rural, el acelerado incremento de vehículos, la imposibilidad de lograr un adecuamiento rápido de las vías, la incontenible expansión territorial de la ciudad y el uso indiscriminado de vehículos particulares que tornan irracional el uso de la vía pública, así como los problemas del sistema de transporte público citados anteriormente, se conjugan como factores con efectos concomitantes que dan origen a la crisis que padece la ciudad para lograr el desplazamiento de personas y mercancías, y que se caracteriza, entre otras cosas, por los largos tiempos de recorrido y la baja velocidad comercial.

b) Movimientos principales

Durante el año 1983 se llevó a cabo un estudio de origen y destino dentro del área metropolitana, del que se obtuvo un total de 19 528 134 viajes/persona/día realizados en todos los medios de transporte. Es interesante notar que si se considera que la población total del Area Metropolitana de la Ciudad de México es de 16 342 400 habitantes, se obtiene una relación de 1.19 viajes de origen a destino final por día por habitante.

Estos viajes se computaron en setenta y dos distritos en que se dividió el Area Metropolitana de la Ciudad de México, los que, a su vez, se dividen en 367 zonas y 925 subzonas; a cada uno de ellos se le asignó un nombre representativo del área que cubría, como se muestra en el gráfico 9.

De los datos que arroja este estudio, se determinó que el Distrito Zona Rosa es el centro urbano con mayor atracción de viajes en el AMCM, lo cual indica que esta zona ha desplazado al antiguo centro de la ciudad. Además del distrito Zona Rosa, el distrito Basílica sobrepasa al Zócalo en cantidad de viajes/persona por día. En el cuadro 5 se presentan los principales distritos.

Cuadro 5

GENERACION DE VIAJES EN LOS PRINCIPALES DISTRITOS DE LA ZMCM

Distritos	Generacion de v/p/d
Zona Rosa	1 317 775
Basilica	1 290 057
Zocalo	1 113 274
Naucalpan	1 109 238
Ecatepec	1 099 063
Tlanepantla	982 143
Nezahualcoyotl Sur	826 324
Iztacalco	694 950
San Angel	599 757
Coyoacan	572 937
Tlalpan	565 299
Acueducto Guadalupe	539 350
Iztapalapa	458 944
Culhuacan	485 458
Benito Juarez	386 663
Otros	7 436 902
TOTAL	19 528 134

Gráfico 9

SUBDIVISION DEL AMCM EN DISTRITOS

Entre las corrientes de desplazamiento de los municipios más grandes, que son de tipo radial y se dirigen a la Zona Central del Distrito Federal, destacan los viajes entre Nezahualcóyotl y la Delegación Venustiano Carranza, entre Ecatepec y la Basilica y entre Tlanepantla y la Delegación Azcapotzalco.

Los desplazamientos entre los municipios del Estado de México, que no siguen un patrón radial pero que han adquirido importancia, destacan las corrientes de Cuautitlán Izcalli a Tlanepantla, de Tlanepantla a Naucalpan y de Atizapán a Tlanepantla.

Las principales corrientes entre distritos, en todos los medios, se muestran en el cuadro 6 y en el gráfico 10 se ilustran las líneas de deseo para el área en estudio.

Cuadro 6

PRINCIPALES MOVIMIENTOS GENERADOS ENTRE DISTRITOS

Movimientos entre distritos	Viajes/persona/día
1. Nezahualcoyotl Sur - Aeropuerto	273 858
2. Basilica - Ecatepec	180 790
3. Zona Rosa - Zocalo	176 888
4. Tlalnepantla - Naucalpan	112 110
5. Basilica - Zona Rosa	106 953
6. Basilica - Nezahualcoyotl Sur	97 568
7. Basilica - Montevideo	95 947
8. Tlanepantla - Atizapan	92 739
9. Basilica - Zocalo	86 883
10.Montevideo - Acueducto Guadalupe	85 878

En el Distrito Federal destacan tres zonas de alta densidad, que atraen más viajes con respecto a su superficie. Se trata de Tlatelolco, Basílica y la zona alrededor de la estación Tasqueña del metro. En ellos se generan densidades de más de 1 100 viajes/persona/hectárea. En el caso de Tlatelolco, ello coincide con el hecho de que es la zona de mayor densidad de población del AMCM, con más de 1 300 habitantes por hectárea. La zona de la estación Tasqueña del metro incluye un centro comercial, una terminal suburbana de autobuses, una estación terminal del metro, así como una terminal de autobuses, trolebuses, tranvías y taxis colectivos. Con una alta densidad de entre 750 y 1 100 viajes/persona por hectárea se hallan otras zonas incluidas en los distritos como el Zócalo y la Zona Rosa.

Con densidad entre 370 y 750 viajes/persona por hectárea, se encuentra la mayoría de las zonas comprendidas dentro de los distritos Insurgentes - Félix Cuevas, Coyoacán, San Angel, Tacubaya y Azcapotzalco. El resto del AMCM presenta una densidad de menos de 730 viajes/persona por hectárea.

Al examinar la distribución de los viajes según el motivo se observó que más del 48% de ellos tienen por objeto trasladarse al hogar, como se señala en el cuadro 7.

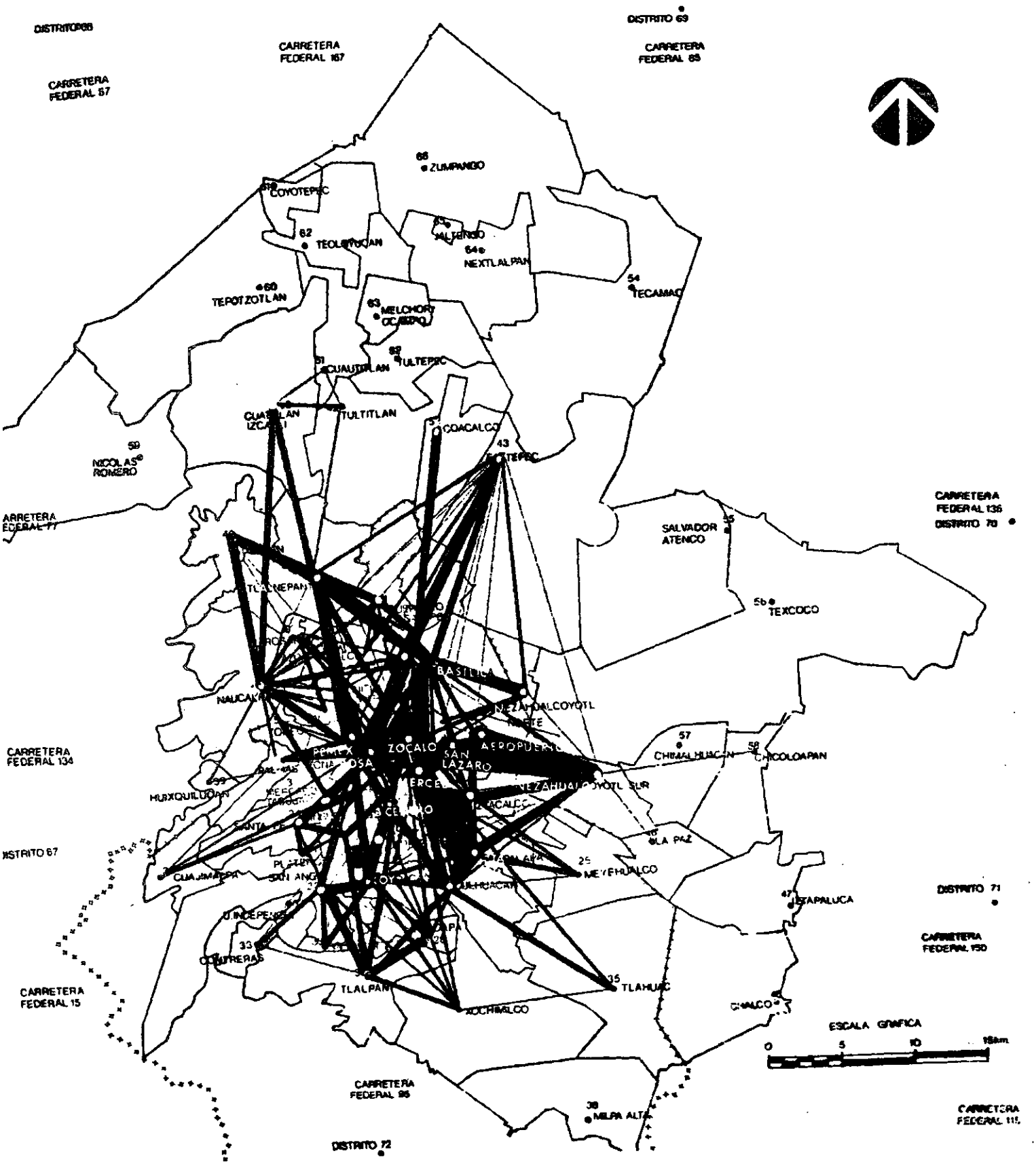
Cuadro 7

DISTRIBUCION POR MOTIVO DE VIAJE EN LA ZMCM

Motivo de viaje	v/p/d	Porcentaje
Hogar	9 555 751	48.9
Trabajo o Negocio	4 914 496	25.2
Escuela	3 429 026	17.5
Compras	759 258	3.9
Social y Diversion	732 441	3.8
Llevar pasajeros	137 562	0.7
TOTAL	19 528 534	100.0

Gráfico 10

LINEAS DE DESEO DEL AMCM.



c) Distribucion modal

En el cuadro 8 se muestran los distintos medios de transporte que funcionan en el AMCM y su distribución modal. Si se excluyen los viajes a pie, se observa que el 70.6% de los viajes se realiza en transporte colectivo 8/; el 9.7% en transporte de alquiler 9/ y el 19.7% en transporte privado.10/

Cuadro 8

DISTRIBUCION MODAL DE VIAJES POR PERSONA EN EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO EN 1983

	Todos los viajes	%	Viajes en vehiculo	%
1. Metro (1)	6 515 716	22.85	6 515 716	29.08
2. A pie (2)	6 104 626	21.41	-0-	-0-
3. Autobús urbano(3)	5 821 759	20.41	5 821 759	25.98
4. Automóvil particular	4 267 815	14.97	4 267 815	19.04
5. Autobús suburbano	3 147 929	11.04	3 147 929	14.04
6. Taxi colectivo	1 838 715	6.45	1 838 715	8.20
7. Trolebús	280 614	0.98	280 614	1.25
8. Autobús escolar	191 612	0.67	191 612	0.85
9. Taxi libre y de sitio	154 802	0.54	154 802	0.69
10. Bicicleta	90 929	0.32	90 929	0.41
11. Tranvía	59 035	0.21	59 035	0.26
12. Camión de carga	29 158	0.10	29 158	0.13
13. Motocicleta	15 490	0.05	15 490	0.07
TOTAL	28 518 200	100.00	22 413 574	100.00

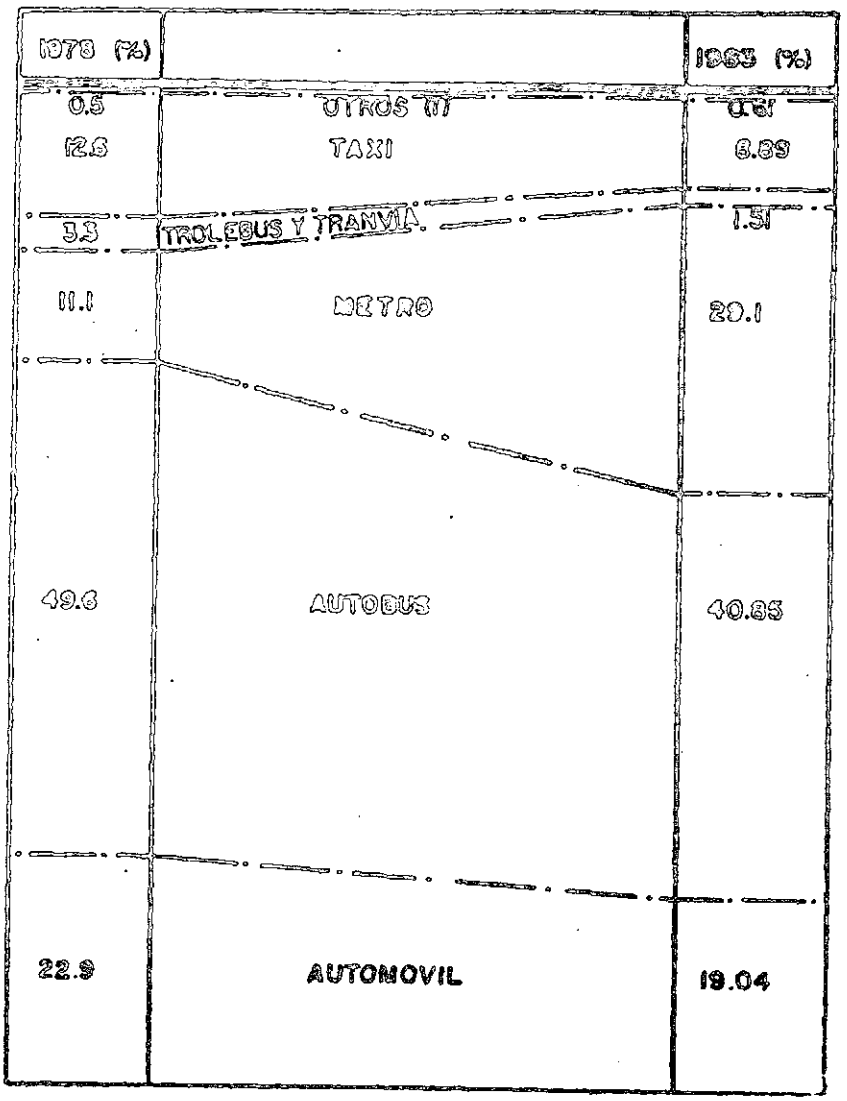
(1) Incluye los transbordos dentro del sistema. Sin incluir los transbordos se realizan 3 630 276 viajes/persona/día.
(2) Viajes de más de tres cuadras o más de cinco minutos.
(3) Incluyen las rutas de COTREM.

Dentro del transporte colectivo, el metro genera el mayor número de viajes/persona al día. Si se considera el Distrito Federal, le siguen en orden de importancia el autobús urbano, el autobús suburbano, el trolebús y el tranvía. Destaca el hecho de que el metro (incluidos los transbordos) ha pasado a ser el medio de transporte más importante, con el 22% del total de los viajes. Le siguen los viajes a pie (21.4%) y después los autobuses urbanos (20.4%). Asimismo, el Departamento del Distrito Federal controla de manera directa el 44.5% del total de los viajes (metro, autobús urbano, trolebús y tranvía) y en forma indirecta el 7.7% (autobús escolar, taxi colectivo, libre y de sitio).11/

Se han presentado cambios importantes en las distribuciones modales de 1978 12/ a 1983. Se observa una disminución del número de viajes/persona/día en autobús de un 15.8% y en automóvil particular de aproximadamente 7% mientras se incrementó en el metro (16%) y en los taxis colectivos (6.2%); por ello, las distribuciones modales experimentan los cambios anotados en el gráfico 11.

La participación de los demás medios no tuvo cambios importantes. Cabe mencionar que durante el período de comparación ocurren cambios en los sistemas de transporte. El metro amplía sus líneas y añade parte de la línea 3 y la totalidad de las líneas 4 y 5 (44 kilómetros más de la red). Asimismo, por una parte, se revocaron las concesiones de autobuses urbanos a los concesionarios y el sistema pasó a depender del Departamento del Distrito Federal y, por otra, se modificó completamente el trazo de la red, que dejó de ser irregular y adoptó un patrón ortogonal (1981).

DISTRIBUCIONES MODALES 1978 - 1983



(1) INCLUYE EN EL ESTUDIO DE 1978 SOLAMENTE CAMIONES DE CARGA; EN EL DE 1983 INCLUYE BICICLETAS, MOTOCICLETAS Y CAMIONES. ASIMISMO, EL ESTUDIO DE 1983 PRESENTA UN MAYOR DESGLOSE EN MEDIOS DE TRANSPORTE.

FUENTE: COVITUR. ESTUDIO DE ORIGEN - DESTINO PARA EL AMCM. MEXICO: COVITUR, 1978.
COVITUR. DATOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE ORIGEN - DESTINO PARA EL AMCM. MEXICO. COVITUR, 1984.

d) Tiempos medios de recorrido

El tiempo de viaje entre las diferentes zonas de la ciudad representa un buen indicador de la accesibilidad que imponen las condiciones generales de la red y la circulación del tránsito. En el AMCM, el tiempo de viaje varía de acuerdo con los periodos de máxima demanda, los que se determinan de la siguiente manera a lo largo del día: de 06:30 a 08:30, de 10:30 a 11:30 y de 18:30 a 20:30. Durante el primer periodo, se observa un notable incremento del tiempo de viaje en los desplazamientos que se producen de la periferia al centro en forma radial, hecho que también ocurre en el segundo período de máxima demanda. En el último, puede observarse que el tiempo de viaje aumenta en sentido contrario, es decir, será mayor en dirección del centro a la periferia. Las demoras por congestionamiento de la vialidad hacen que esta situación sea uniforme en casi todas las zonas, aun en las periféricas.

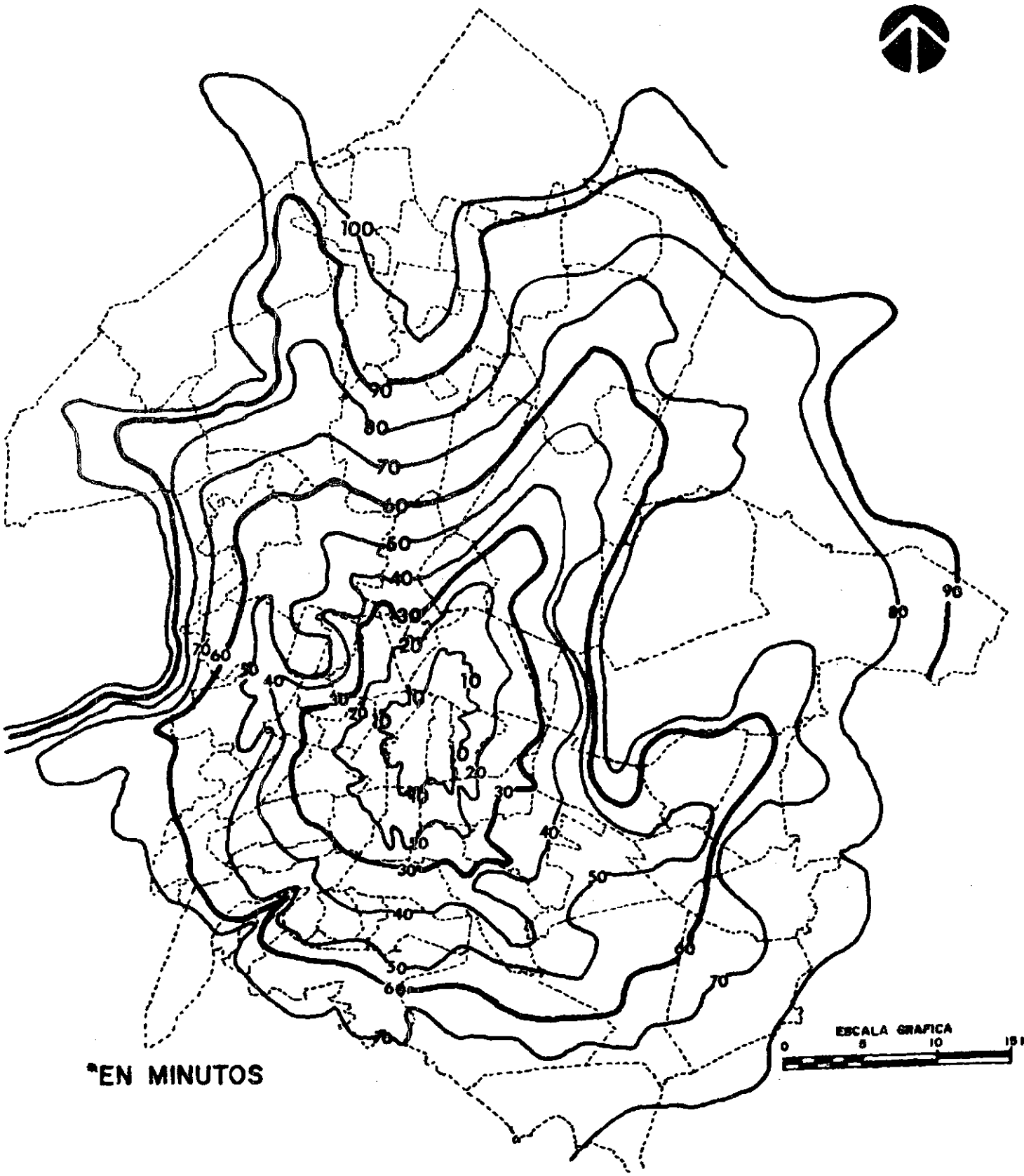
La configuración de las curvas isócronas que se presentan en el gráfico 12 es el resultado de los tiempos medios de viaje para los que se efectúan en transporte colectivo a lo largo del día y que se obtuvieron del estudio de Origen y Destino del AMCM, tomando como referencia el Distrito Zócalo.

Al examinar la configuración de los tiempos de viaje entre los distritos, se observa que el promedio del recorrido a partir del Distrito Zócalo hacia los otros, en algunos casos pasa de una hora. En tal situación se encuentran Acueducto de Guadalupe, San Lázaro, Insurgentes Félix Cuevas, Milpa Alta, Nezahualcóyotl, Iztapalapa, Texcoco, Coyotepec, Teoloyucan y Zumpango. Este tiempo de recorrido puede indicar, entre otros aspectos, largas distancias, baja calidad en los transportes y congestionamiento en los distritos.

En contraste, en otros distritos, el tiempo de recorrido de todos los viajes/persona que se originan en ellos es menor de cuarenta minutos, lo que puede considerarse como indicio de una mejor calidad del servicio, la buena accesibilidad del distrito o su poco congestionamiento. En tal situación se encuentran el Instituto Politécnico Nacional, el Centro S.C.T., Plateros y Huixquilucan.

Gráfico 12

TIEMPOS PROMEDIO DE RECORRIDO* EN LA ZMCM



*EN MINUTOS

5. Plan Rector de Vialidad y Transporte

Hasta 1977, las medidas en materia de vialidad y transporte dentro del Distrito Federal se habian venido aplicando en forma aislada, por lo que fue necesario formular un Plan Rector de Vialidad y Transporte (1980) congruente con el Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, en el que se asigna a la ZMCM una politica de control del crecimiento demográfico.

En el Plan Rector de Vialidad y Transporte se considera el año 2000 como referencia para la planificación y la ZMCM como el área de estudio. El objetivo principal consiste en la creación de un sistema integral y coordinado de transporte, orientado por una politica social que garantice un servicio eficiente y adecuado de transporte. Entre otras politicas principales, se persigue:

i) Incrementar la accesibilidad de la población a las oportunidades de desarrollo.
ii) Aumentar la productividad de la población.
iii) Favorecer el uso del transporte público.
iv) Reducir los costos de operación de la ciudad.
v) Dar solución a los problemas de la demanda y mejorar el nivel de servicio en la ciudad.
vi) Dar continuidad al programa de arterias preferenciales, que es parte del Plan Rector de Vialidad y Transporte.
vii) Proveer ayuda al desarrollo descentralizado de la ciudad, intensificando los movimientos entre municipios.
viii) Conectar el origen-destino del número más grande de viajes/persona en la forma más directa, para poder así reducir las demoras y la longitud de las distancias.
ix) Crear otros medios de transferencia.
x) Ofrecer diferentes rutas viales para reducir el tránsito en la zona central.
xi) Disminuir la contaminación del aire y el consumo de energía.

El Plan Rector consiste en cuatro planes principales, a saber:

i) Plan de Metro.
ii) Plan de Transporte de Superficie.
iii) Plan de Vialidad.
iv) Plan de Estacionamiento.

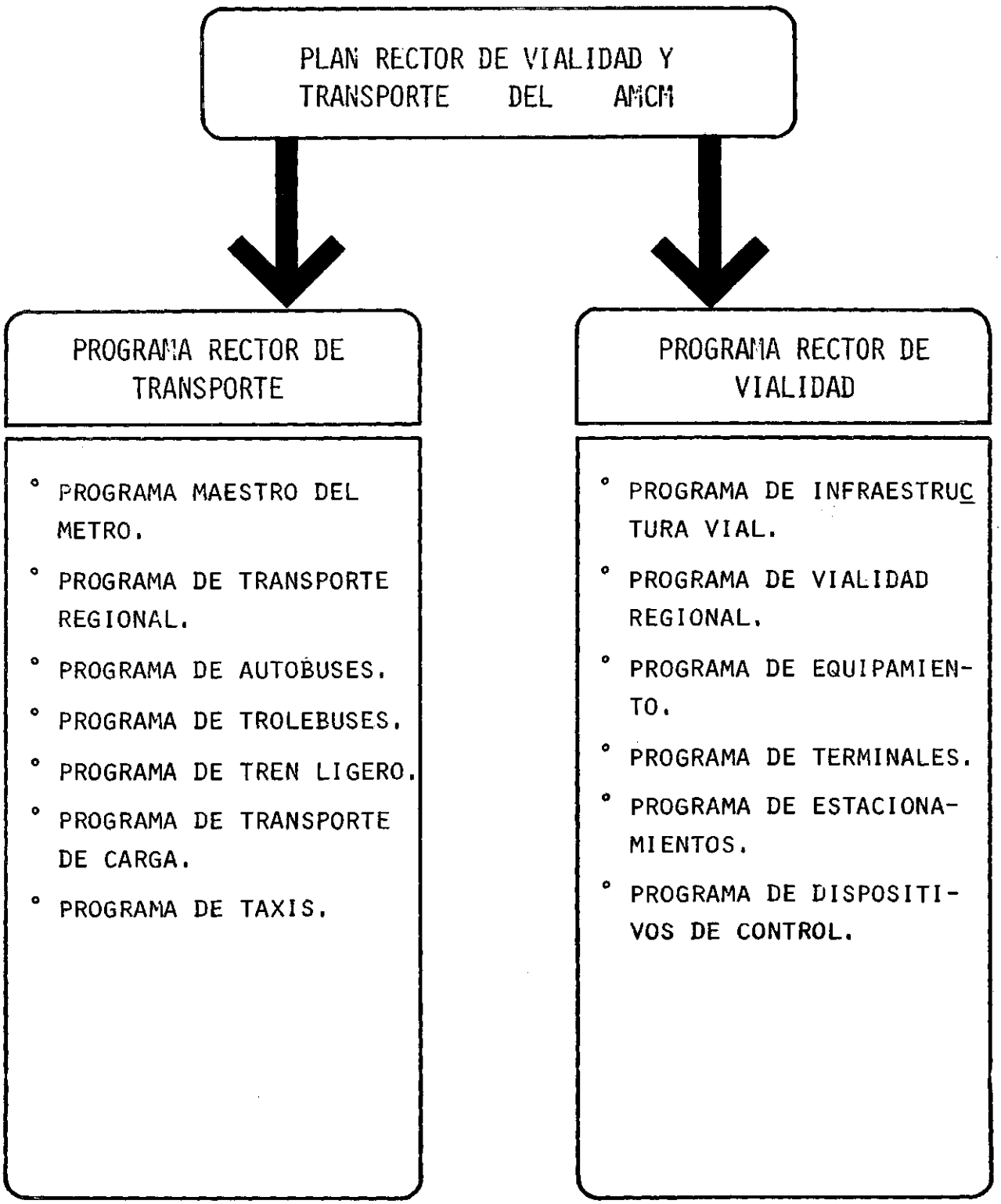
El objeto de estudio en el marco de este trabajo es la vialidad de la ciudad de México, por lo cual se hará referencia unicamente al Plan de Vialidad, el que pretende establecer una estructura jerarquizada de arterias continuas y regulares que satisfagan las necesidades de movilización de la ciudad y sea congruente con las expectativas de desarrollo urbano. Por este

motivo la vialidad primaria estará configurada, en primer término, por una red de arterias de acceso controlado que consta de dos anillos concéntricos, denominados Anillo Periférico y Circuito Interior, y vías radiales de penetración, que en la actualidad están parcialmente construidas y se integran a los viaductos existentes: Miguel Alemán y Tlalpan. Asimismo, se considera la construcción de una red ortogonal de avenidas preferenciales, que comuniquen los centros urbanos previstos en el Plan de Desarrollo Urbano, y una red secundaria de calles que permitan el acceso domiciliario. Con el fin de resolver problemas específicos, el Plan contempla también la construcción de obras concretas, como puentes, distribuidores y remodelación de intersecciones que presentan dificultades. De manera complementaria, la optimización del sistema vial se logrará una vez que funcionen los 927 cruceros dotados de semáforos, que serán manejados por una computadora central y 927 controles locales. Actualmente ya se han instalado 729 cruceros y 712 de los mencionados controles. El sistema, una vez completado, permitirá la retroalimentación y el ajuste automático de los programas, de acuerdo con las condiciones de tránsito.

Dicho plan está en vías de actualización y contempla la confirmación o rectificación de las recomendaciones en cuanto a estrategias e inversiones que se han fijado a la fecha y que deberán hacerse en el futuro. Asimismo, se amplía la cobertura de los programas, además de integrarlos, como se muestra en el gráfico 13.

Gráfico 13

PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL AMCM (ACTUALIZACIÓN 1984).



B. EJES VIALES (PLAN DE VIALIDAD)

En el decenio de 1970, el sistema vial existente en la Ciudad de México resultaba inadecuado para mantener un buen nivel de servicio en el flujo del tránsito, debido fundamentalmente al crecimiento acelerado de la población y su rápida motorización, puntos que se mencionaron en el capítulo A. Esta situación ocurría especialmente durante las horas de máxima demanda. La demanda durante las horas de menor afluencia, aun cuando es más baja, no presenta las grandes reducciones que se observan en otras ciudades.

Así, las autoridades del Distrito Federal dispusieron, en 1975, la elaboración de estudios y análisis de la red vial en servicio, en los que se tomaron datos directos sobre el terreno, con el objeto de tener una medida de la calidad del nivel de servicio existente. Como resultado de esos estudios, se determinaron los puntos problemáticos de la red vial principal y se encontró que, en su mayoría, estaban localizados dentro del área limitada por el Circuito Interior. Asimismo, se observó que la vialidad principal no estaba debidamente integrada, debido a la falta de continuidad y los cuellos de botella en algunas arterias.

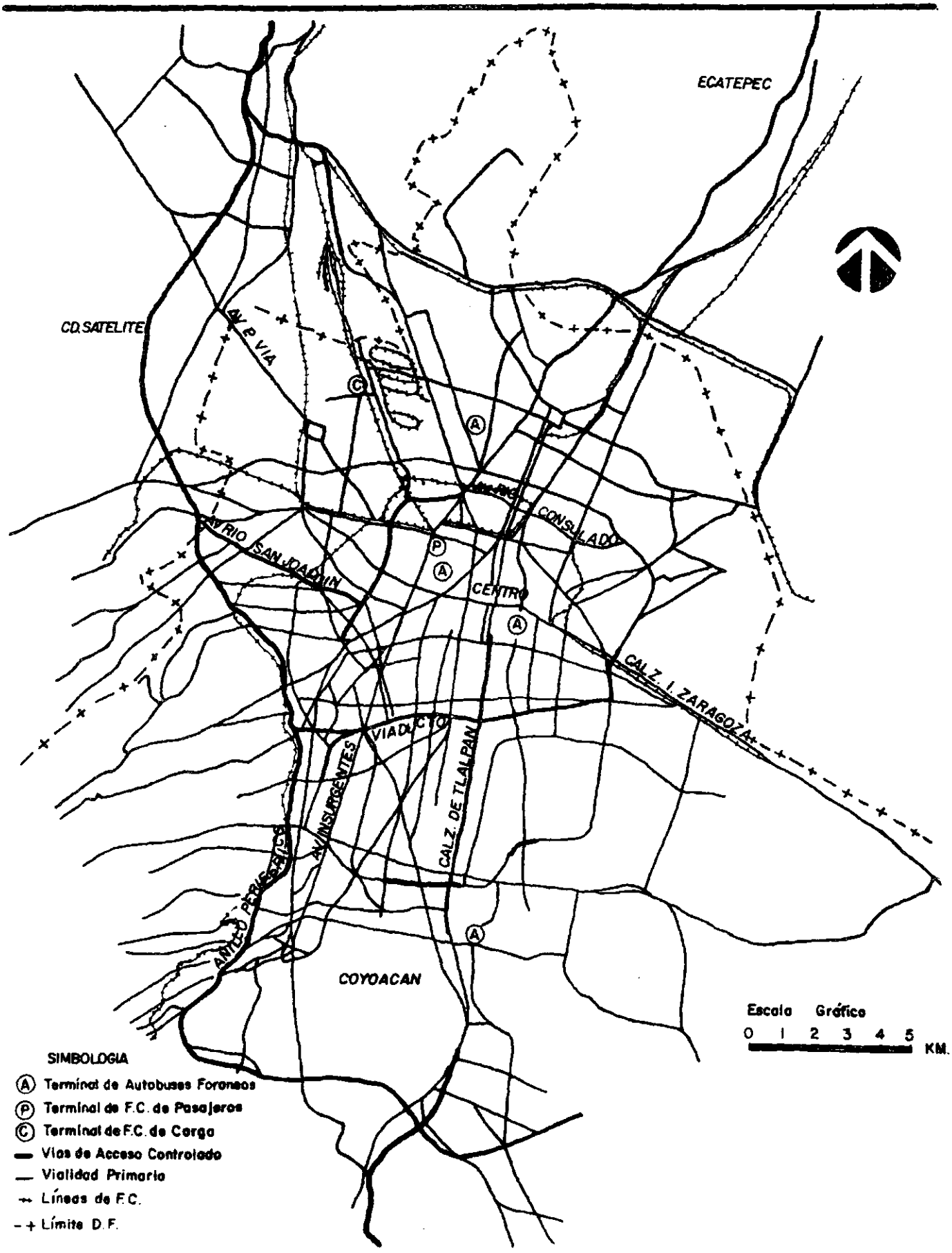
La vialidad existente era el resultado del crecimiento anárquico de la ciudad y, en cierto modo, la falta de cumplimiento del "Plano Regulador" que se planteó desde el decenio de 1940. Este proyecto consistía en un sistema anular básico y una red de ejes generales. La estrategia se proponía utilizar las calles y avenidas existentes, dándoles continuidad, o mejorar su sección mediante afectaciones. Se dio prioridad al sistema anular básico (vías de acceso controlado) y a ciertos tramos de ejes, conforme se iban realizando las afectaciones por nuevas construcciones en los predios con frente a estas calles.

En el gráfico 14 se muestra la red vial principal que existía en el AMCM en 1975, donde se observa cierta desarticulación vial, así como una red discontinua de arterias principales.

Para ese año, el sistema vial primario se encontraba integrado por no más de 6 o 7 vías en el sentido norte-sur y otras tantas en el sentido oriente-poniente. De este sistema, funcionaban con acceso controlado el Anillo Periférico, los Viaductos Miguel Alemán, Río Becerra y Tlalpan. Se manifestaba, por lo tanto, la falta de arterias que formaran una vialidad primaria y la discontinuidad en varias de ellas.

El Departamento del Distrito Federal dispuso, entonces, la ejecución de un programa de vialidad que tuviera como objetivo fundamental el mejoramiento del sistema vial mencionado. Es importante notar que la política de transporte durante los años 1970 a 1976 se orientaba hacia el transporte privado y durante esos años, se postergaron los programas de transporte público (Metro, principalmente) y no fue sino hasta 1977 que se insistió en la necesidad de dar prioridad al transporte público respecto del automóvil.

LA CIUDAD DE MEXICO Y AREA METROPOLITANA EN EL AÑO DE 1975 (VIALIDAD)



La magnitud de las obras determinó su realización en varias etapas. En la primera de ellas, que constituye el objeto de este trabajo, se decidió la construcción de los 15 primeros ejes viales, con una longitud de 133.3 km., los que se inauguraron en junio de 1979. Se trata de arterias de circulación continua que forman una retícula ordenada que cruza la ciudad de extremo a extremo, tanto de norte a sur como de oriente a poniente.

La continuidad, el trazo, la amplitud y la longitud de los ejes viales están destinados a cumplir con el objetivo fundamental de lograr la fluidez del tránsito de los vehículos colectivos. Por lo tanto, el transporte colectivo goza de preferencia, ya que se le destinan dos carriles exclusivos, uno de ellos a contraflujo.

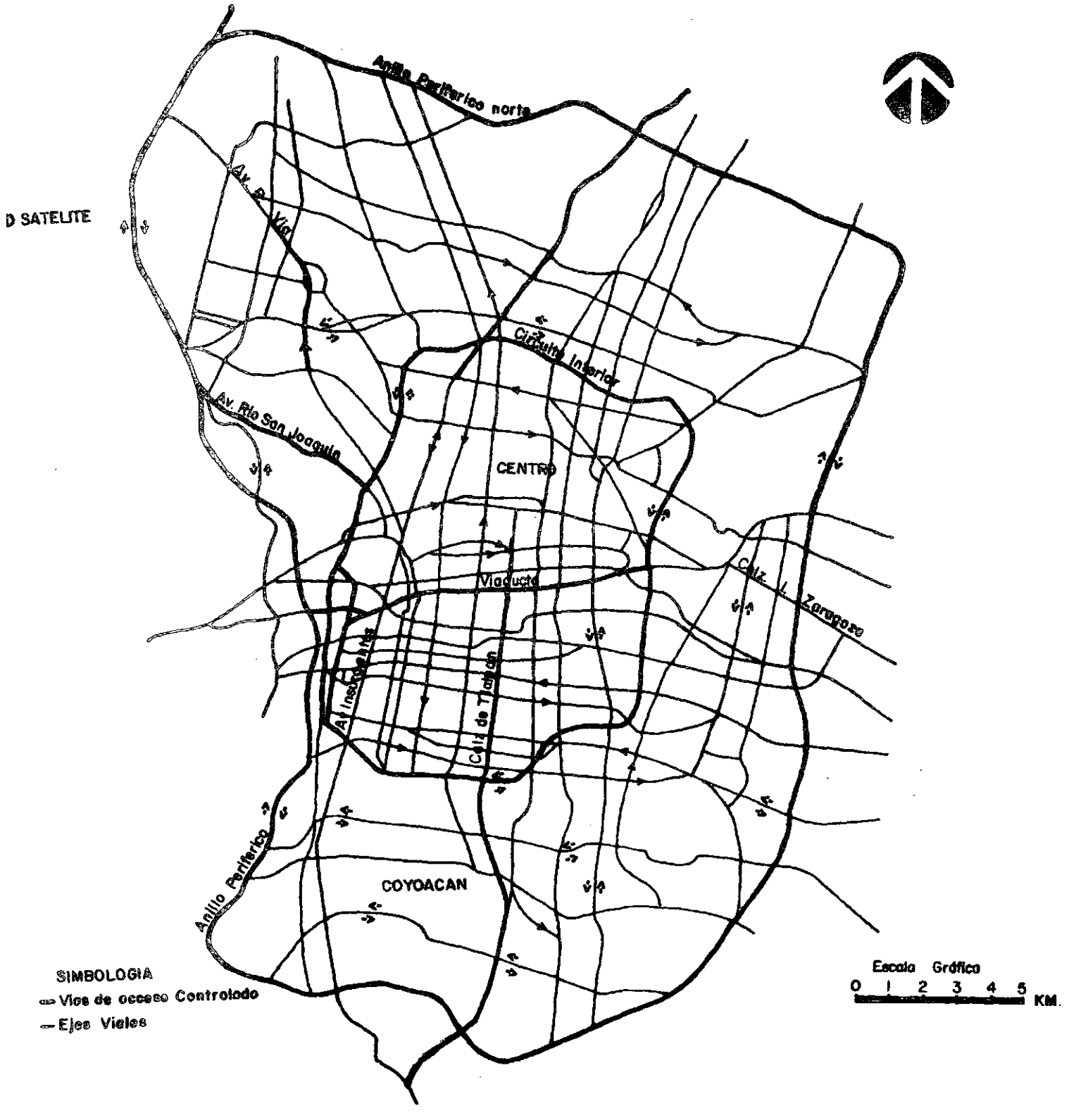
Los primeros 15 ejes viales que integran la etapa inicial se encuentran inscritos en el Circuito Interior, por ser esta zona la más densa del AMCM (294 hab/há.). Además, en esta zona hay 413 000 viviendas y 520 000 automóviles particulares y se localizan los centros bancarios, financieros y de transporte, los grandes hoteles y principalmente las oficinas donde labora el 60% de los empleados de comercio, aparte de casi la totalidad de los servidores de la administración pública. Se encuentra también el Centro Histórico de la Ciudad de México y otros centros tradicionales, los grandes centros comerciales y la mayor parte de los cines y teatros de la ciudad.

Los ejes viales beneficiaron a un área de 93 km2, lo cual favoreció a una población de cerca de tres millones de habitantes. Cabe señalar que el 60% del total de viajes/persona/dia se genera en el área en estudio. En el gráfico 15 se muestra la vialidad principal propuesta, así como las etapas en que se realizará todo el proyecto.

Los ejes viales presentan, en consecuencia, características tales como continuidad de un extremo a otro (lo que facilita la comunicación regional) y carriles exclusivos para la circulación del transporte colectivo. Cabe subrayar que los ejes viales no fueron el resultado de un proceso de planificación en sentido estricto, sino una necesidad de resolver un problema existente. Las medidas que se aplicaron se basaron principalmente en la adaptación, organización y modernización de un sistema vial que se había extendido desde el decenio de 1950 con diferentes programas de crecimiento, principalmente la construcción de algunas obras de acceso controlado, circuitos y vías de penetración a lo que entonces eran zonas rurales, muchas veces teniendo como modelo los programas que se realizaban en las ciudades estadounidenses.

Gráfico 15

VIALIDAD PRINCIPAL PROPUESTA (1982)



Por ende, la intención principal fue iniciar la formación de la estructura vial primaria por la que circularían los mayores volúmenes de tránsito, la que se articularía por medio de un sistema integrado que ofreciera continuidad y fluidez a la circulación de vehículos. Se buscó, asimismo, la distribución y asignación de los flujos de manera uniforme, mediante la utilización de las herramientas de la Ingeniería de Tránsito y el descongestionamiento de las arterias que tradicionalmente se utilizaban, porque eran las que de una forma u otra proveían continuidad a través de la zona urbanizada.

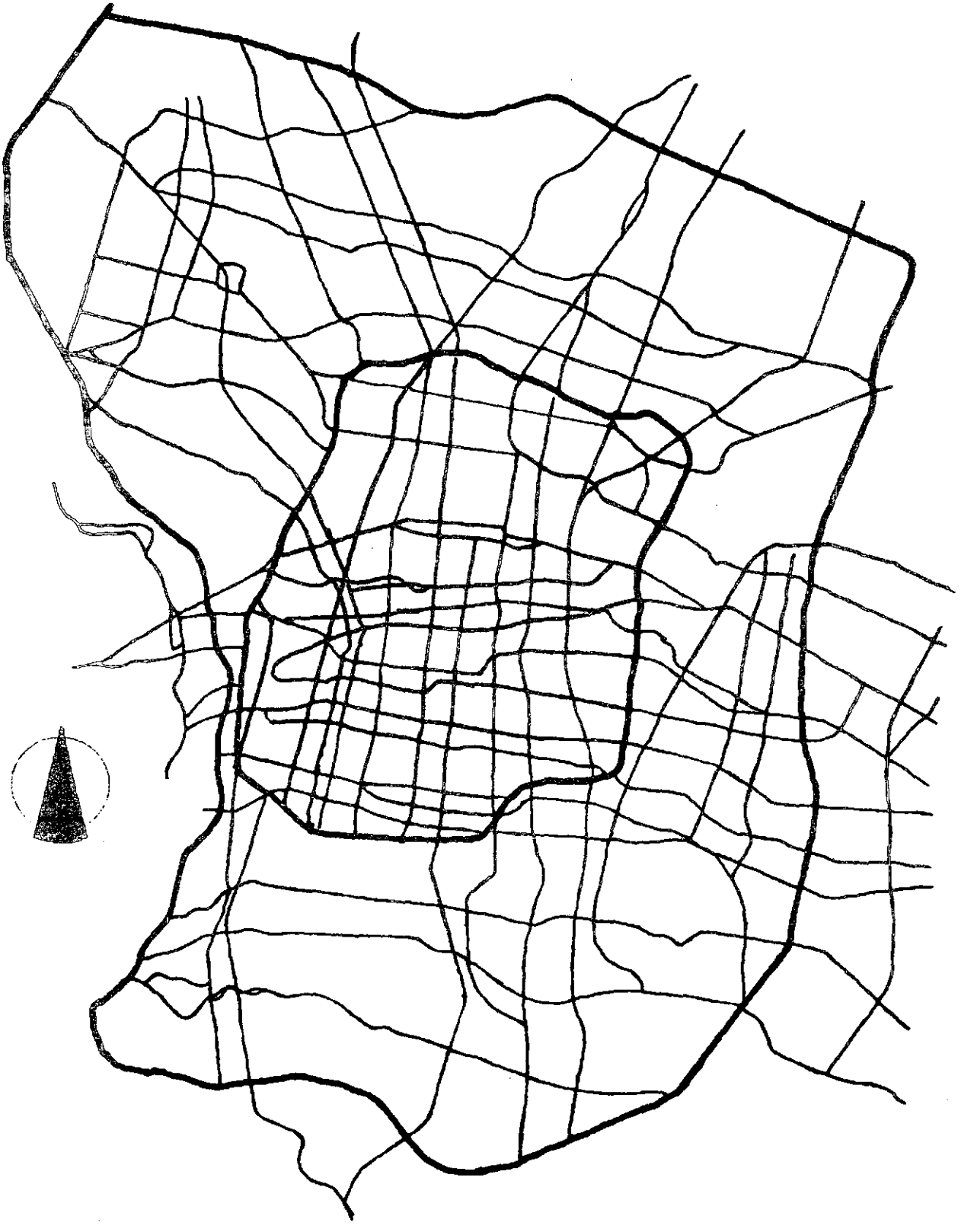
1. Descripcion de los ejes viales, ventajas e inconvenientes

Los ejes viales se concibieron como una red ortogonal de ejes equidistantes, aproximadamente un kilómetro entre sí, de acuerdo con la posibilidad física de aprovechamiento de las calles y avenidas. Además, se varió la circulación del sistema, que dejó de ser de doble vía para convertirse en sentido único, se dio preferencia al transporte colectivo y se prohibió el estacionamiento a lo largo de dichos ejes.

En el cuadro 9 se muestran las características generales de los ejes viales puestos en servicio hasta 1984, mientras que en el gráfico 16 se ilustra su trazo dentro de la ciudad. En los siguientes puntos se presentará una descripción detallada de los ejes viales, y se hará referencia principalmente a los que se encuentran inscritos dentro del Circuito Interior y que corresponden a la primera etapa del proyecto. Para ello, se presentará un panorama de la constitución física de la calzada, de la intersección, la acera, la semaforización y las prioridades del transporte colectivo y se harán comentarios de cada uno de estos aspectos. Posteriormente, en el capítulo C, se hará una evaluación de ellos. En el Apéndice A se muestran las normas del proyecto vial utilizadas.

Gráfico 16

RED VIAL (1982)



Cuadro 9

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS EJES VIALES

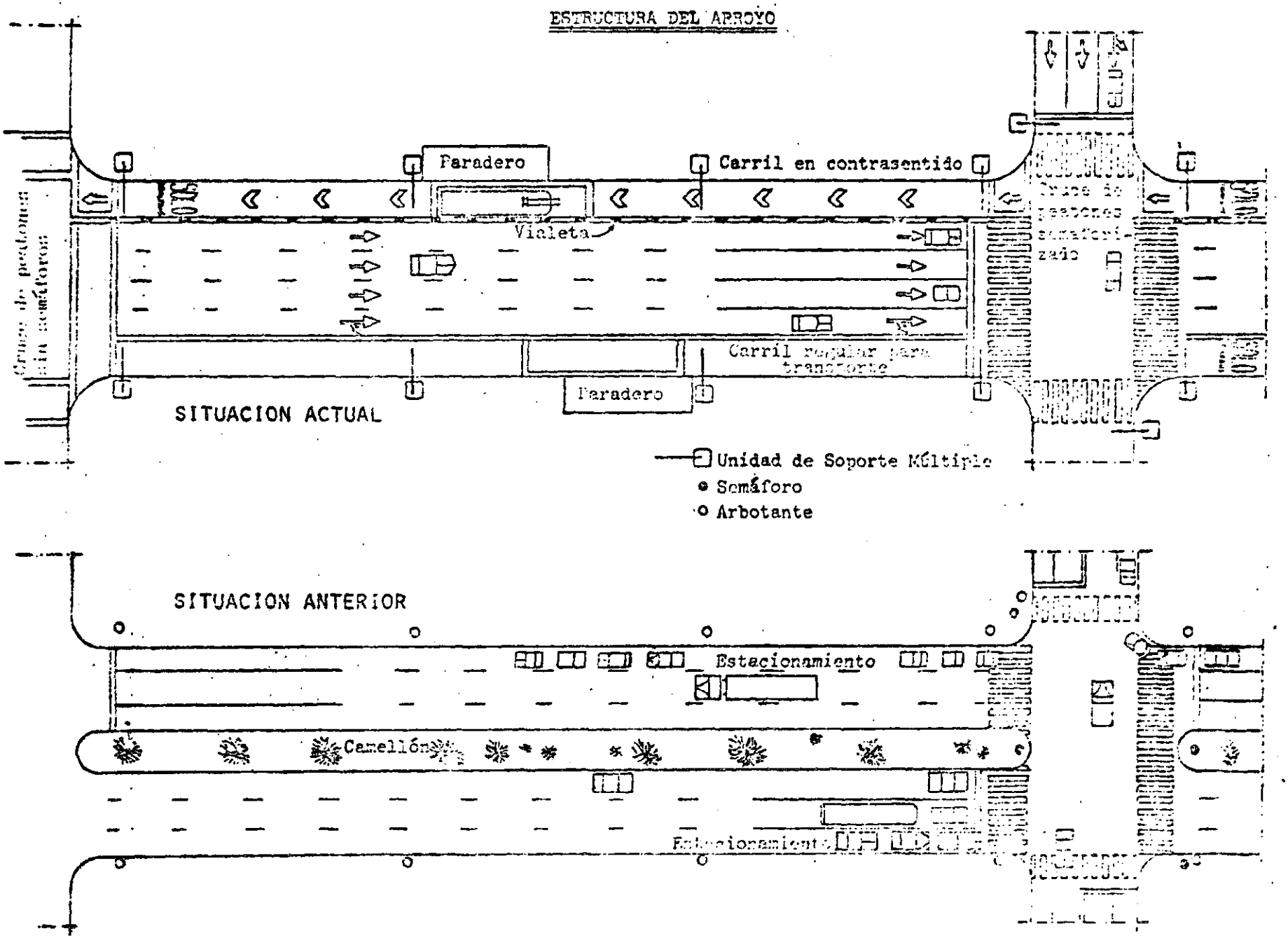
Eje Vial	Sentido	Longitud (km)	Medio de Transp. Publico	Tipo de Carril Exclusivo
1 Poniente	N-S	19.0	autobus	regular y contraflujo
2 Poniente	S-N	8.275	autobus	regular
3 Poniente	N-S	7.365	autobus	regular
Eje Central	S-N	18.0	autobus y trolebus	regular y contraflujo
1 Oriente	N-S	21.0	autobus	regular y contraflujo
3 Oriente	N-S/S-N	24.0	autobus	regular
1 Norte	P-O	10.5	autobus	regular y contraflujo
2 Norte	O-P	9.0	autobus	regular y contraflujo
2 Sur	P-O	8.630	autobus	regular y contraflujo
3 Sur	O-P	13.5	autobus y trolebus	regular y contraflujo
4 Sur	P-O	13.0	autobus y trolebus	regular y contraflujo
5 Sur	O-P	10.35	autobus	regular
6 Sur	P-O	10.20	autobus	regular
7 Sur	O-P	9.672	autobus y trolebus	regular y contraflujo
8 Sur	P-O	9.175	autobus y trolebus	regular y contraflujo
10 Sur	O-P	6.75	autobus	regular
2 Oriente	S-N	16.5	autobus	regular y contraflujo
5 Oriente	S-N/N-S	5.7	autobus	regular
3 Norte	O-P/P-O	19.0	autobus y trolebus	regular
4 Norte	O-P	12.0	autobus	regular (?)
5 Norte	O-P	17.5	autobus	regular (?)
TOTAL		269.117		

a) Estructura de la calzada

En el gráfico 17 se muestra la situación antes y después de la construcción de un eje vial típico. Antes de la ejecución, la vialidad presentaba ciertas características, entre las que destacaban:

i) La existencia de un camellón que dividia los sentidos de tránsito y que presentaba en la mayoría de los casos una zona verde.
ii) La circulación en dos sentidos en la gran mayoría de las calles o avenidas consideradas.
iii) El estacionamiento estaba permitido en ambos lados, lo cual reducía la capacidad de la vía.
iv) Las paradas del transporte colectivo se realizaban en cada intersección, lo que incrementaba considerablemente la duración del recorrido y disminuia por ende la velocidad.

Gráfico 17


ESTRUCTURA DEL ARROYO
Paradero
Carril en contrasentido
Vialeta
Cruce de peatones semaforizado
Carril reversible para transporte
Paradero
SITUACION ACTUAL
Unidad de Soporte Múltiple
Semáforo
Arbotante
SITUACION ANTERIOR
Estacionamiento
Camellón
Estacionamiento

v) El ascenso y descenso de pasajeros en los medios de transporte colectivo se realizaba en condiciones inseguras, ya que el vehículo tenía que parar a un lado de los automóviles estacionados o bien el conductor del autobús (o trolebús) hacía su parada a cierta distancia de la acera.
vi) El transporte de carga utilizaba esta vialidad y en muchas ocasiones se realizaban actividades de carga y descarga.
vii) Había falta casi total de marcas en el pavimento, lo cual ocasionaba una subutilización de la capacidad vial, así como problemas de seguridad.
viii) El pavimento mostraba irregularidades en la superficie de rodamiento.

Al pasar a formar parte de la red vial principal o ejes viales, la calzada fue objeto de las modificaciones siguientes:

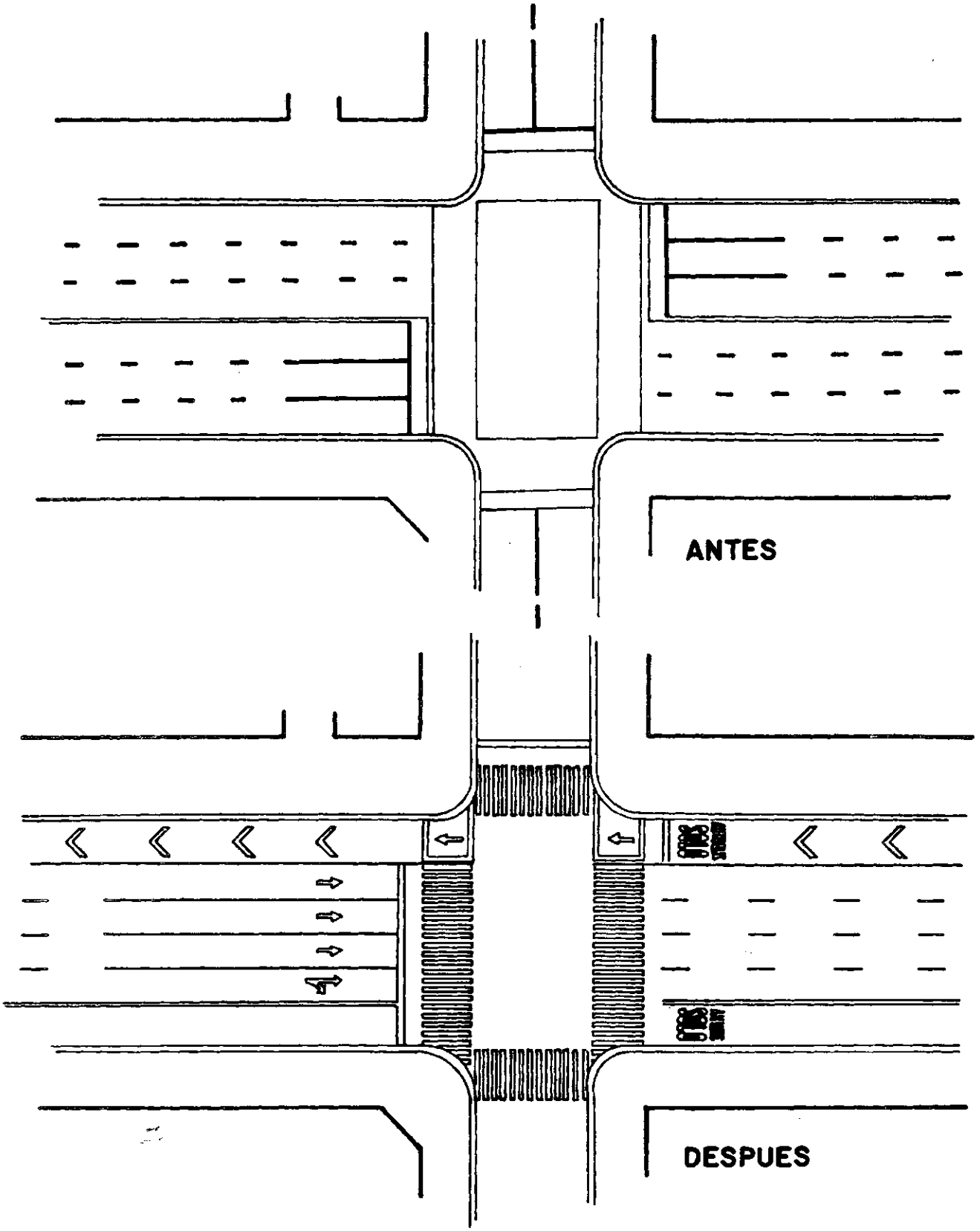
i) Las vías se volvieron de un sólo sentido de circulación, lo que permitió incrementar su capacidad. Se utilizó el criterio de reservar como mínimo dos carriles para uso del transporte privado y cuando menos un carril exclusivo para el transporte colectivo.
ii) En la primera etapa, para atender a las necesidades del transporte colectivo, se crearon carriles exclusivos regulares en los 15 ejes iniciales y, en diez de ellos, un carril de contraflujo.
iii) Se prohibió totalmente el estacionamiento y junto con la medida de tener calles de un solo sentido, se logró incrementar considerablemente su capacidad.
iv) Las paradas del transporte colectivo se establecieron a distancias razonables (400 metros) y su ubicación se fijó a media cuadra de la intersección, lo cual permitió un ascenso y descenso seguro del usuario, así como una mayor velocidad de operación.
v) Se decidió que los taxis no podían tomar o dejar pasajeros en estas arterias, aun cuando podían utilizarlas.
vi) Se prohibió la circulación de los vehículos dedicados al transporte de carga sobre los ejes viales, con lo cual se trataba de dar fluidez al tránsito. Sin embargo, se dificultaba considerablemente el movimiento de estos vehículos.
vii) Se marcaron los carriles de circulación, así como los cruces peatonales. Por otra parte, se reconstruyó completamente la rasante y la superficie de rodamiento.

b) Estructura de la interseccion

En el gráfico 18 se señala la situación existente antes y después de la construcción de los ejes viales a nivel de la intersección. La situación anterior presentaba una serie de características, entre las que destacan las siguientes:

Gráfico 18

SEÑALAMIENTO INTERSECCION



i) Los autobuses tenían sus paradas en casi todas las esquinas, por lo que aquéllas se encontraban antes de cruzar la intersección.
ii) Los semáforos estaban ubicados después de la intersección, lo cual dificultaba su visibilidad y alentaba la tendencia de los conductores a invadir los cruces peatonales.
iii) Los peatones podían cruzar la vía con más seguridad porque la calzada podía cubrirse "por partes", es decir, el peatón cruzaba la mitad de la vialidad hasta el camellón y en el siguiente ciclo del semáforo la otra mitad.
iv) Había una serie de obstáculos físicos en la trayectoria del peatón, como semáforos, postes, puestos de periódicos, etc.
v) Se contaba con algunos cruces peatonales señalizados.
vi) Había tendencia de estacionar el automóvil en los cruces peatonales, dada la falta de oferta de estacionamiento.

Al construirse los ejes viales, las intersecciones sufrieron modificaciones, entre las que destacan las siguientes:

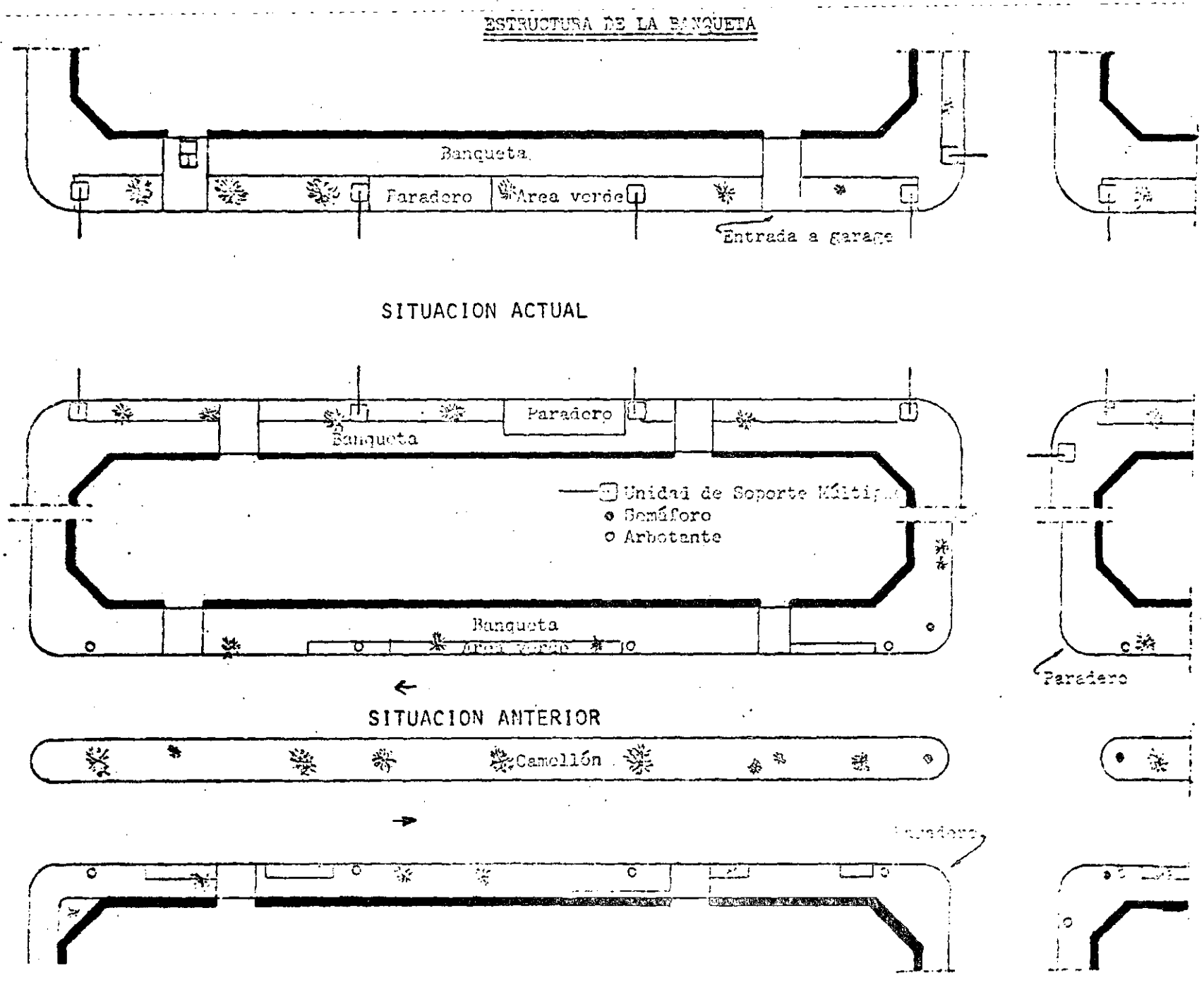
i) Las paradas de autobuses se ubicaron a media cuadra. Como requerimiento, se colocaron con separaciones aproximadas de 400 metros una de otra.
ii) Los semáforos se ubicaron antes del cruce de la intersección, lo cual evitó que el automovilista invadiera los pasos peatonales.
iii) Al eliminarse los camellones, el peatón tuvo que recorrer mayores distancias durante un ciclo de semáforo.
iv) Los cruces peatonales, así como las zonas de espera, se vieron libres de obstáculos como automóviles, postes, semáforos, puestos de periódicos, etc.
v) Se señalizaron claramente los cruces peatonales.
vi) Se aumentó la capacidad de la intersección al trabajar con vías de un sólo sentido.
vii) Se prohibió el estacionamiento de vehículos, lo que permitió mayor visibilidad e incrementó la capacidad de la vía.
viii) Se instalaron semáforos para controlar el carril de contraflujo utilizado por el transporte público.

c) Estructura de la acera

La estructura de la acera se muestra en el gráfico 19, tanto para la situación anterior como para la actual. Entre las características que presentaba la acera antes de la construcción de los ejes viales se pueden mencionar las siguientes:

Gráfico 19

ESTRUCTURA DE LA BANQUETA



i) Existian zonas de jardines sin orden alguno a lo largo de la acera.
ii) No se contaba con señales que indicaran las paradas de los vehículos de transporte colectivo y mucho menos que demarcaran claramente su ubicación. Asimismo, en algunos casos no existian señales verticales, y en otros se encontraban dispersas.
iii) Las aceras eran irregulares y variaban frecuentemente.

Con la renovación que se dió a la vialidad, las aceras presentaron una nueva fisonomia con las siguientes caracteristicas principales:

i) Las zonas de jardines permitieron dividir claramente la acera y la calzada, con la consiguiente protección para el peatón.
ii) Se señalaron las paradas de los vehiculos de transporte colectivo, tanto con señales verticales como con el uso de material diferente en las paradas. Asimismo, se señaló uniformemente toda la vialidad.
iii) Se renovaron completamente las aceras mediante su total nivelación.
iv) Se integraron las señales colgantes y los semáforos en una sóla unidad, conocida como unidad de soporte múltiple (USM), la cual se ilustra en el gráfico 20.

d) Unidad de soporte multiple

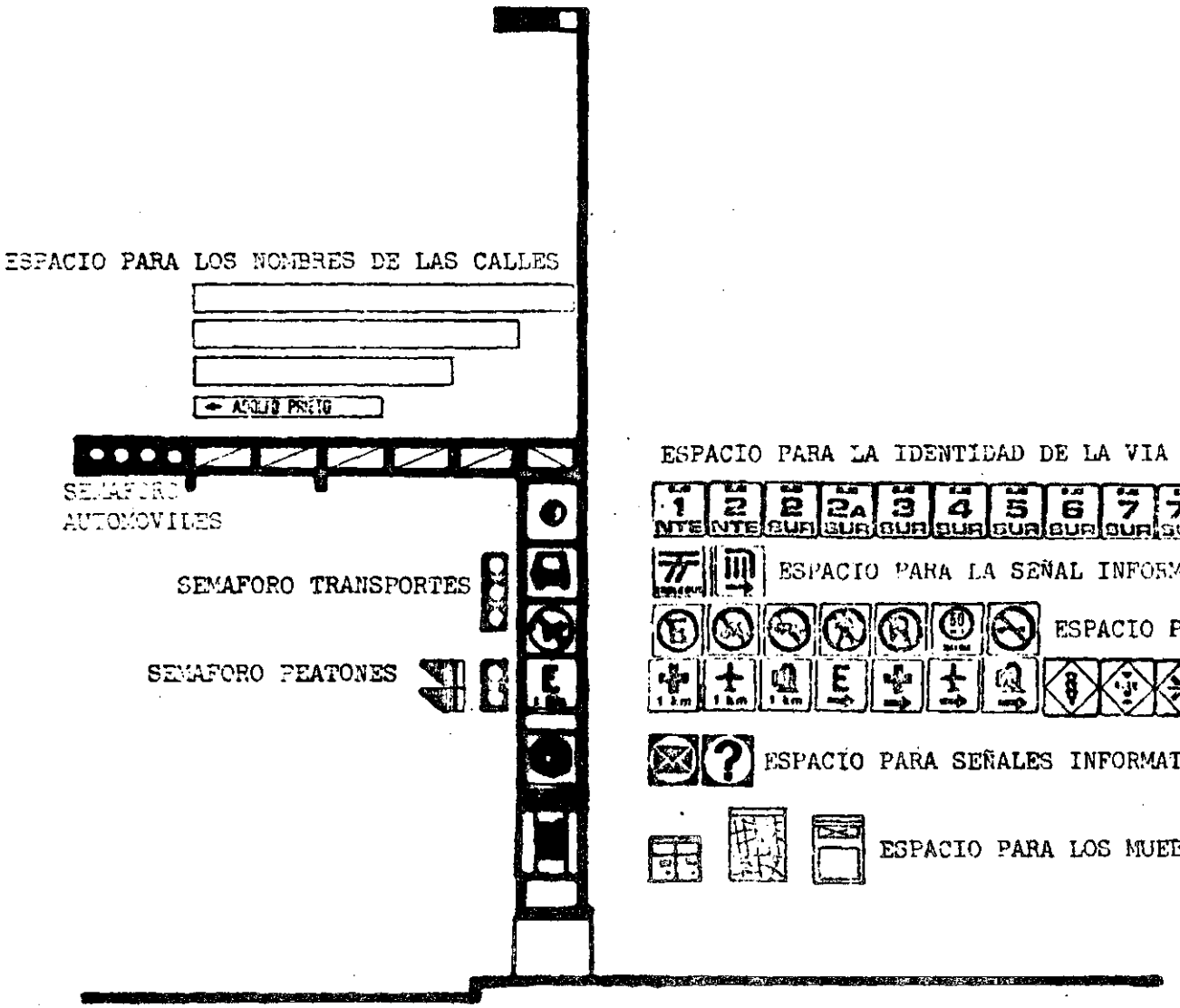
Con el objeto de dar una imagen uniforme a la fisonomia de los ejes, ordenar la circulación tanto de vehículos como de peatones y facilitar su orientación, además de proporcionar otros servicios, se puso en práctica un nuevo sistema en los ejes viales que permitiera unificar señales, semáforos y servicios como teléfonos, mapas, basureros y buzones en una sóla unidad o poste.

En esta unidad de soporte múltiple se ubicaron los semáforos para peatones, automóviles y vehículos de transporte colectivo; el nombre de las calles; la identificación de la via preferencial; las señales informativas, restrictivas y preventivas y los muebles de servicio público (basureros, teléfono, buzón y mapas de barrio); esto puede apreciarse en el gráfico 19.

Estas unidades se colocaron a una distancia media de 30 metros cada una, de las cuales 7 500 de un total de 8 832 cuentan con iluminación a base de vapor de sodio. Asimismo, en los ejes viales donde funcionan trolebuses, dicha unidad sirvió también como poste de sujeción de la linea aérea alimentadora de estos vehiculos.

Gráfico 20

UNIDAD DE SOPORTE MULTIPLE



e) Problemas que surgieron

La construcción de una obra de tal envergadura trajo consigo una serie de problemas de orden técnico (aspectos de seguridad, aplicación de nuevas técnicas constructivas), de orden social (aceptación por parte de la comunidad, educación vial y traslados de personas a otros lugares) así como económicas (costo de construcción y pago de afectaciones) y de medio ambiente (destrucción de la fisonomía de la ciudad y disminución de zonas verdes).

i) Modificaciones efectuadas a la calzada. El camellón que existía y dividía los sentidos de circulación permitía la existencia de una zona de seguridad en donde el peatón podía esperar, sin tener que cruzar de una sola vez toda la calle: ello era importante, ya que algunas de ellas llegaban a tener anchura de 21 metros o más. Asimismo, el camellón daba una atmósfera agradable a los residentes de las calles, así como también a los conductores, ya que la mayoría de las veces tenía zonas verdes con árboles o palmeras. La anchura de los camellones variaba de 1 a 15 metros.

Por otra parte, la eliminación del camellón amplió el espacio para circular, y de acuerdo con la política de tener vías principales de un sólo sentido, lo cual permitió incrementar la capacidad de tales vías. Asimismo, se aprovechó la oportunidad para quitar objetos (arbotantes, semáforos, puestos de periódicos) que obstruían la visibilidad de los conductores. La elimación de los árboles y palmeras, principalmente, produjo fuertes críticas por parte de la ciudadanía, lo que obligó a realizar trasplantes costosos (del orden de $ 15 000 por cada uno, equivalentes a unos 700 dólares a base de precios de 1984) a otras áreas de la ciudad.

Indudablemente, la supresión de los camellones modificó substancialmente la fisonomía de una ciudad de grandes avenidas con zonas verdes y amplió el área pavimentada a expensas de aquéllas, ya de por sí reducidas. En unos pocos casos, por motivos estéticos (Av. Florencia) o por anchos muy grandes (Av. Molina), se conservó el camellón y se cambió únicamente el sentido de la calle.

El cambio de las arterias a un sólo sentido facilitó la sincronización y la puesta en marcha de un sistema computadorizado de semáforos, al mismo tiempo que incrementó la capacidad de las vías y redujo sustancialmente los problemas que se presentaban. Sin embargo, estos cambios significaron una mayor distancia de recorrido para el automovilista en general, así como mayor dificultad al peatón para cruzar las vías, debido a la eliminación del camellón y al incremento de la velocidad de los vehículos. Asimismo, debido a que este sistema se implantó en una vialidad existente y que en algunos casos la separación entre ejes viales no es grande, se dan casos en que las calles secundarias entre ejes viales presentan el mismo sentido de circulación, lo cual obliga a los residentes en tal zona a efectuar recorridos inútiles.

Las restricciones al estacionamiento en la vía pública han ayudado a que el tránsito sea más fluido, además que han permitido mantener despejados los cruces peatonales y facilitar el ascenso y descenso de los usuarios en los vehículos del transporte colectivo. Desafortunadamente, el automovilista no ha acatado completamente esta restricción, debido a la dificultad de hacer cumplir dicha medida. En algunos casos, y en especial donde la demanda de estacionamiento es alta y no es posible encontrar lugar en las calles adyacentes o bien en estacionamientos públicos, los conductores estacionan sus automóviles sobre las aceras. Esto ha reducido el área reservada para el peatón y, a la fecha, no es fácil controlar esta situación, por cuyo motivo se está volviendo un hábito difícil de erradicar.

Se modificaron las paradas de los autobuses (y en una segunda etapa, las rutas mismas, con el objeto de ajustarlas a esta vialidad principal) y se eliminó la costumbre de recojer y dejar pasaje literalmente en cada esquina. Para ello, se estableció una distancia media entre paradas de 400 metros y se varió su ubicación (a media cuadra antes de la intersección). En el caso de la parada a media cuadra, en un inicio se abusó de ella, ya que se consideraba que de esta forma se reducirían los problemas ocacionados por las vueltas a la derecha de los automovilistas, y se incrementaría la velocidad del transporte colectivo. Sin embargo, esto significó que el usuario tuviera que hacer viajes más largos a pie para llegar a su destino, así como para cambiar a otras rutas de autobuses.

ii) Modificaciones efectuadas a la intersección. En general, los principales problemas que se presentaron se relacionaron con las mayores distancias que el peatón tenía que recorrer antes de llegar a un lugar seguro. En ocasiones, debido a que se redujeron los ciclos de tiempo del semáforo en verde, no se tomó en cuenta el tiempo que tardaba el peatón en cruzar, lo que le causó serias molestias e inconvenientes. Sobre todo, en un inicio se siguió la norma de tres segundos de luz amarilla, lo cual naturalmente trajo problemas. Ello motivó en consecuencia la instalación de semáforos para peatones y, en algunos cruces importantes, puentes peatonales.

Los cruces de peatones se señalaron con "cebras o marimbas" en las intersecciones dotadas de semáforos, y líneas paralelas en las intersecciones sin semáforos. Se presentó un problema con el carril de contraflujo en la zona de confluencia con el cruce de peatones, el que se resolvió señalándolo con una flecha indicadora del sentido del carril, ya que ocurrieron varios accidentes.

Los semáforos para el transporte colectivo, colocados en el carril a contraflujo, presentaron el problema de encontrarse coordinados, con la consiguiente demora adicional en ese tramo.

iii) Modificaciones efectuadas a la acera. En general, las aceras se ampliaron hasta seis metros de ancho. Esta situación convenía a zonas de gran circulación de peatones, pero no en zonas residenciales o de transición, donde la corriente de peatones es

baja. Ello dio motivo a que, al no existir espacios de estacionamiento en las calles aledañas, se generalizara el estacionamiento en la acera. Por otra parte, en algunos ejes viales, donde el ancho del derecho de vía no era suficiente, se construyeron aceras muy angostas (1 a 2 metros), lo cual, en lugares donde había escuelas o zonas de gran circulación de peatones, creó una situación potencialmente peligrosa que obligó a colocar barreras protectoras a todo lo largo de la acera.

iv) Educacion vial. Reglamentos de transito. Dos de los elementos más importantes y necesarios para que un proyecto de esta magnitud pueda funcionar son el cumplimiento estricto del reglamento de tránsito y el establecimiento de programas de educación vial. Es preciso erradicar los malos hábitos, con el objeto de obtener el máximo provecho de lo que se ha realizado.

Desgraciadamente, no se han respetado completamente las normas establecidas, especialmente el carril exclusivo regular. Cuando el volumen de tránsito es bajo, el automovilista tiende a respetarlo, aun para las maniobras de vuelta a la derecha; pero conforme se incrementan los volúmenes, los automovilistas comienzan a utilizarlo y, por ende, desvirtúa el correcto uso de dicho carril exclusivo.

El estacionamiento en las aceras debe sancionarse fuertemente por que el peatón sufre las consecuencias, ya que en algunos casos debe bajar de la acera, con el consiguiente peligro que ello significa.

En otras ocasiones, el peatón tiende a cruzar la calle a media cuadra, hace caso omiso de las zonas de jardines de protección, salta por encima de los arbustos colocados para tal fin y, por tal motivo, pone en peligro su vida.

f) Descripcion de las ventajas y los inconvenientes

Con el paso del tiempo, se ha observado una serie de ventajas e inconvenientes como resultado de la construcción de los ejes viales.

Entre las ventajas, destaca principalmente el incremento de la capacidad, que da, como consecuencia, una mayor fluidez para el tránsito y por ende, un menor tiempo de viaje. No obstante, la construcción de estos ejes ha traído consigo una serie de inconvenientes, entre los que destaca el alto costo social y económico que ha provocado el mejoramiento de las condiciones de servicio.

A continuación se presenta un resumen de las ventajas (+) y los inconvenientes (-) que se obtuvieron con la construcción de los ejes viales.

Arterias de un sentido

+ Se facilitó la coordinación de los semáforos.
+ Se incrementó la capacidad de la vialidad.
+ Se evitaron las maniobras difíciles.
- Se incrementaron las distancias de recorrido.
- Se dificultó al peatón el cruce de la calle al eliminar el camellón central.
- La falta de planificación integral con el resto de la vialidad dio como resultado, en algunos casos, que dos o aun tres calles consecutivas tuvieran tránsito en una misma dirección.

Eliminacion del camellon central

+ Se incrementó la capacidad de la arteria.
+ Se evitaron los objetos como árboles, arbotantes, etc. que obstruían la visibilidad de los conductores.
- Se tuvo que trasplantar árboles y palmeras a un alto costo.
- Se eliminó una zona segura de espera para los peatones.
- Hubo repercusiones desfavorables en el medio ambiente.
- Se destruyó la fisonomía de la ciudad.

Aceras

+ Se dotó de zonas de jardines a los espacios que así lo permitían.
+ Se separó la calzada de la acera por medio de vallas de arbustos, como protección al usuario.
- Hubo deficiencias en el diseño; se construyeron aceras de hasta seis metros en zonas residenciales con escasa circulación de peatones y aceras de un metro en otros sectores, que resultaron insuficientes para los flujos altos.

Paradas para transporte publico

+ Disminuyó la interferencia con las maniobras de giro.
+ Se logró mayor seguridad.
- Aumentaron las distancias de recorrido entre paradas.
- No se tuvo en cuenta al transporte público en la coordinación de semáforos.

Velocidad

+ Se redujo el tiempo de viaje.
+ Disminuyó la contaminación.
- Surgieron problemas en cuanto al respeto de los límites de velocidad.
- Se redujo la seguridad.

Restricciones de estacionamiento

+ Se logró un tránsito más fluido.
- Se obstruyeron los carriles reservados para autobuses, debido a la falta de vigilancia.
- Se ocasionaron molestias a los habitantes que vivían en las zonas residenciales, ya que fue preciso que buscaran un lugar para guardar sus vehículos.
- Aumentó la demanda respecto de la oferta existente (tanto en los espacios de estacionamiento como en las calles adyacentes).
- Empeoró el problema del estacionamiento.

Taxis y camiones de carga

+ Con la prohibición de que los camiones circulen por los ejes, se evitan retrasos a los automóviles y autobuses.
+ Disminuyó la contaminación.
+ Se mejoró la visibilidad al prohibirse el tránsito de camiones.
- No se cumple la prohibición.
- Algunas veces los camiones no tienen otra alternativa.
- Los camiones están obligados a circular por calles residenciales y otras poco aptas para ellos.

Carril regular para autobuses y trolebuses

+ Se logró un mejor servicio.
+ Se obtuvieron mayores velocidades de circulación.
+ Se redujeron las fricciones entre el transporte público y los vehículos particulares.
+ Se incrementó la capacidad vial.
+ Disminuyeron los retrasos ocasionados a otros vehículos.
- Los automovilistas no respetan los carriles reservados.

Carril a contraflujo

+ Permite la circulación en ambas direcciones sobre arterias importantes.
- Constituye un peligro para los peatones.
- Existe la posibilidad de que se produzcan colisiones de frente con vehiculos que circulan en dirección opuesta.
- Complica la coordinación de los semáforos.

Senalizacion

+ La señalización horizontal permite utilizar mejor el espacio.
+ Permite que los automovilistas distingan fácilmente los carriles a contraflujo.
+ Facilita la localización de una señal vertical al integrarla en una sola unidad.
+ Disminuye el número de señales.

Transporte publico

+ Incrementa las oportunidades de viaje.
- Algunas veces, no siguen las líneas de deseo del viaje.

2. Costos

La construcción de esta primera etapa representó una inversión total de 8 321 millones de pesos (1979) (367.5 millones de dólares), lo cual significó un costo total por kilómetro de 62 millones de pesos (2.7 millones de dólares) 13/. El costo por kilómetro, a precios de 1984, se considera del orden de los 608 millones de pesos (3 millones de dólares). A continuación se presenta una serie de generadores utilizados para el cálculo del costo (1982).

Los generadores utilizados para el cálculo del costo son los siguientes, considerando enero de 1982.

A) Para puentes

Estructura	$ 50 000.00/m2 (1 886.8 dólares)
Terraplenes	$ 100 000.00/m2 (3 773.6 dólares)

B) Urbanizacion

(incluye instalaciones, encarpetado, señalización, jardineria, etc.)	$ 3 000.00/m2 (113.2 dólares)

C) Secciones de uso mas frecuente son:

40 mts.	$ 120 000 000.00/km	(4.5 millones dólares)
30 mts.	$ 90 000 000.00/km	(3.4 millones dólares)
20 mts	$ 60 000 000.00/km	(2.3 millones dólares)

D) Afectaciones

Terreno	$ 4 000.00/m	(150.9 dólares)
Construcción	$ 4 500.00/m	(169.8 dólares)

E) Urbanizacion

Parcial	$ 250.00/m	(9.4 dólares)
Repavimentación	$ 500.00/m	(18.8 dólares)

F) Senalizacion

Horizontal y Vertical	$ 2 000 000.00/km	(75 471.7 dólares)

En cuanto a afectaciones, en la primera etapa de construcción se afectaron 1 727 predios, que se pagaron al valor comercial, no como indemnización sino como una operación de compra-venta al valor que fijaron los bancos.

C. EVALUACION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Evaluacion de los ejes viales

A continuación se destacan los resultados de los estudios realizados sobre los ejes viales dentro del circuito interior, con el objeto de comparar el funcionamiento del tránsito, tal como existía a partir de la fecha de su inauguración, con las condiciones que se encontraron durante la investigación de estudios análogos realizados en las mismas vías en el año de 1975. Se han comparado las relaciones oferta/demanda que se presentaban en 1975, con las que ofrecen los ejes viales recientemente puestos en servicio.

Se midieron los niveles de servicio desde el punto de vista de la velocidad sostenida por automóviles y autobuses y de la facilidad de maniobras. Se identificaron las diferencias de funcionamiento del transporte público entre 1975 y 1979. Se midió el incremento absoluto y relativo experimentado por el número de accidentes de tránsito y se observó el comportamiento de los usuarios respecto de las normas de circulación aplicadas en los ejes viales.

Entre los principales resultados destacan los siguientes:

i) Se había mejorado notablemente el nivel de servicio, tanto en lo que respecta a la facilidad de tránsito como en lo que hace la velocidad de circulación de los automóviles.

ii) El volumen vehicular, desde el punto de vista de vehículos/kilómetro, se había incrementado notablemente. Entre 1975 y la fecha en que entraron en servicio los ejes viales, hubo un incremento del 65%, que corresponde a una tasa de incremento anual del 13.3%. En el gráfico 21 se muestran los volúmenes para 1975, mientras que en el gráfico 22 aparecen los volúmenes para 1979.

iii) Los valores medios de la velocidad en automóvil, para todos los casos observados y en toda la red, se habían incrementado un 19%, a pesar del crecimiento ya enunciado del 64% del volumen vehicular, que debió haber ocasionado una reducción de los valores anteriores en la velocidad.

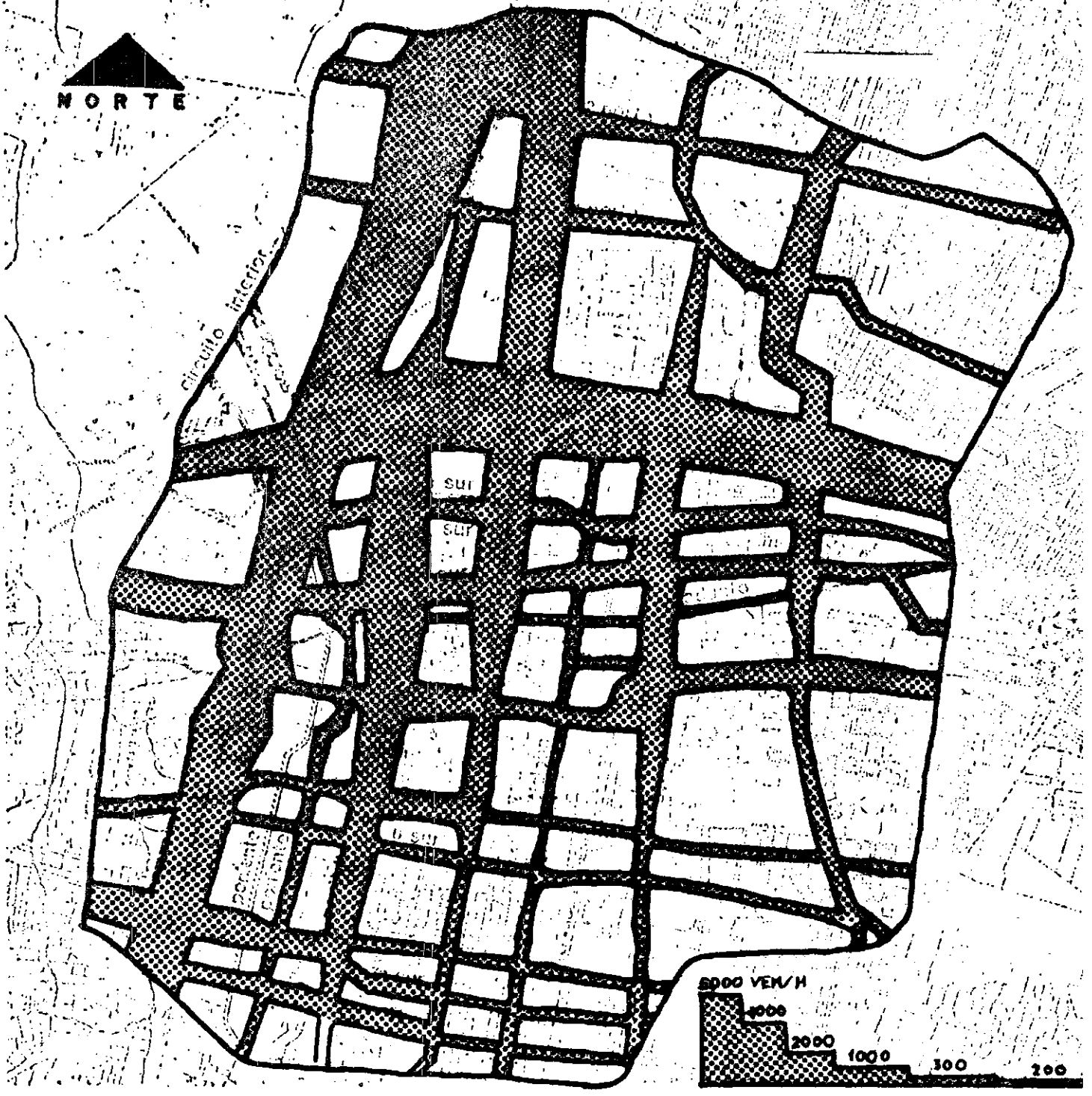
iv) La oferta disponible para captar volúmenes de tránsito en la red vial se había incrementado en promedio un 81% respecto de la que se presentaba en 1975.

v) Las horas de tránsito intenso se presentaban en tres periodos próximos entre sí: de las 07:00 a las 10:00 horas, de las 12:00 a las 15:00 horas y de las 17:00 a las 20:00 horas.

vi) Durante las horas de demanda máxima, se observaban deficiencias en el tránsito vehicular, que se traducían en un nivel de servicio de flujo inestable, congestionamientos continuos y demoras ocasionadas por el exceso de paradas, a causa de los semáforos.

Gráfico 21

EVALUACION DE LA OPERACION EN LOS EJES VIALES



VOLUMEN DE TRANSITO 1975

C L A V E

VIALIDAD 1975 .....

VIALIDAD 1979 ——————

2

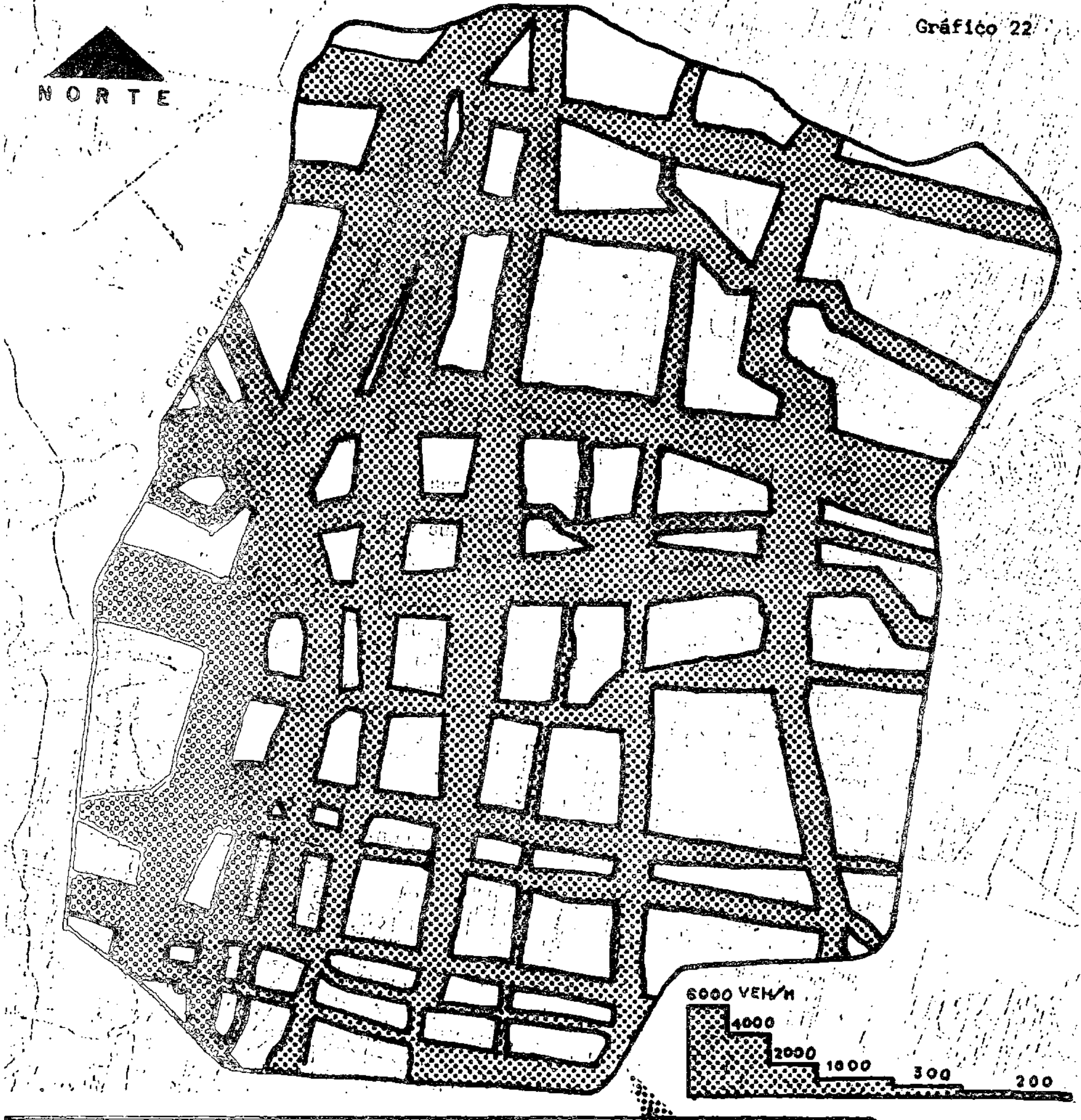
septiembre 1979

0 1 2 3 km

ESCALA GRAFICA

EVALUACION DE LA OPERACION EN LOS EJES VIALES

Gráfico 22



VOLUMEN DE TRANSITO 1979

COVITUR

C L A V E	
ALIDAD 1975	....
ALIDAD 1979	-------

3

septiembre 1979

0 1 2 3 5 km

ESCALA GRAFICA

vii) El transporte público no había sabido aprovechar las ventajas que ofrecían los ejes viales. Se observó una baja cantidad de autobuses en los volúmenes de tránsito. Las frecuencias de paso que sostenían durante los períodos "punta" se presentaban, por lo general, con intervalos altos, excepto en dos o tres ejes.
Se manifestaba la subutilización del carril en contraflujo en los ejes debido a las pocas unidades en circulación.
En el sentido del tránsito y en los carriles exclusivos, las velocidades integrales que mantenían los vehículos de transporte colectivo asumieron valores medios de 17.8 km/h, muy semejantes a aquellos con que habían funcionado durante el año de 1975.

viii) Por especificaciones de proyecto en los ejes viales, se destinó al transporte colectivo un espacio vial equivalente al 33% del total de la sección transversal en ejes que funcionaban en un sentido y con un carril en contraflujo, y de un 25% en los ejes sin contraflujo. Sin embargo, durante la operación se observó una marcada subutilización de dicho espacio vial, toda vez que aplicando los valores de los volúmenes registrados y los índices de ocupación para cada tipo de vehículo, se estableció que la situación real corespondía a una distribución del 81% del total de pasajeros transportados en auto, contra una del 19% de pasajeros en transporte colectivo, lo que daba una relación inversa a lo esperado.

ix) El cambio de circulación, al convertir los ejes en un sólo sentido de tránsito, redujo notablemente la posibilidad de que surgieran puntos problemáticos. Sin embargo, por lo inadecuado de la operación, el número absoluto de accidentes registrados en colisiones aumentó de 356, en el período de junio a agosto de 1978, a 464 en el mismo lapso de 1979. El incremento porcentual fue de 30%, por lo que los índices, desde el punto de vista del número de vehículos/kilómetro, también se incrementan, en virtud de que la tasa de crecimiento del tránsito vehicular resultó ser del 13.3%.

x) El número de los accesos saturados en las vías en estudio disminuyó en 55%, aunque existían 29 accesos que estaban próximos a saturarse. En el análisis de capacidad se incluyó el ancho total del acceso en dirección del flujo, incluyendo el carril exclusivo para vehículos de transporte colectivo, que es como funciona en la actualidad.

xi) Algunas de las intersecciones ya tenían todos los accesos saturados (Eje Central con Eje 3 Sur; Eje 2 Norte con Eje 1 Oriente y con Insurgentes; Chapultepec con Eje 1 Poniente y con Eje Central), por lo que se recomendó que se adoptaran medidas para corregir el funcionamiento deficiente.

xii) Por lo que hace al comportamiento del usuario en cuanto al respeto de las normas de circulación aplicadas a lo largo de los ejes, lo que más había ocurrido era la invasión del

carril exclusivo para vehículos de transporte colectivo en la dirección del flujo. Esto sucedía debido a la saturación que se presentaba en los ejes, cuyos carriles centrales tenían una anchura que resultaba insuficiente para acomodar volúmenes de tránsito en las horas de máxima demanda, y se hacía ver que aun en los ejes que no presentaban accesos saturados ocurría la invasión del carril mencionado.
Por otra parte, se presentaba un constante desborde de peatones fuera de las zonas destinadas a los cruces, lo que dificultaba la operación e incrementaba las posibilidades de ocurrencia de accidentes de tránsito.

2. Recomendaciones

De continuar presentándose fuertes incrementos en los volúmenes de vehículos que circulan en los ejes viales, habrá una mayor deficiencia en el tránsito vehicular y habrán de saturarse los accesos que ya se encuentran próximos a ello, por lo que, de acuerdo con el análisis, se recomienda tomar las siguientes medidas:

i) Ya que el número de pasajeros que viaja en autobús es mayor que el que lo hace en automóvil, se recomienda que se haga respetar el espacio destinado al transporte colectivo, con objeto de que se logre una mayor velocidad de circulación y un aumento de la frecuencia de servicio, a condición que se eleve el número de unidades en servicio.

ii) Se sugiere que se efectúen estudios especiales en las intersecciones que se encuentran saturadas en todos sus accesos, como son: Eje Central con 3 Sur; Eje 2 Norte con Eje 1 Oriente y con Insurgentes, y Chapultepec con Eje 1 Poniente y con Eje Central, ya que no es posible resolver el problema de su saturación con el uso de semáforos y, sobre todo, porque estos puntos son los que disminuyen principalmente el nivel de servicios en las vías en estudio.

iii) Ya que se han presentado en los ejes viales muchos accidentes a causa de la existencia de carriles en contraflujo, con un saldo de 16 lesionados y 2 muertos tan sólo en 7 días del mes de junio de 1979 se recomienda que se instalen dispositivos de protección para los peatones, que pueden consistir en barreras y señales verticales.

iv) A fin de disminuir la falta de acatamiento de las señales a lo largo de los ejes, se deberá aumentar la vigilancia policíaca para evitar que los usuarios utilicen los ejes viales como si fueran pistas para circular a alta velocidad.

APENDICE A

Normas de Proyecto Vial

A. Velocidad proyectada: 70 km/h máxima.

B. Velocidad de circulación: 50 km/h mínima.

1. En las horas de máxima demanda: 40 km/h.
2. A otras horas: 40 - 60 km/h.

C. Número de carriles de circulación:

1. En dos sentidos: 6 mínimo.
2. En un sentido predominante, incluido un sentido en contraflujo para el transporte público: 8 máximo.

D. Anchura de los carriles de circulación:

1. Carriles para el transporte público: 4.00 m fijo.
2. Carriles para vehículos pesados: 3.60 m fijo.
3. Otros carriles: 3.00 m fijo.

Los ajustes necesarios para adaptar la sección transversal a la distancia entre parámetros se hará en las aceras.

E. Salvo casos excepcionales, sujetos a aprobación específica, no existirá carril de estacionamiento. Los espacios destinados al ascenso y descenso de los usuarios del transporte urbano se localizarán, cuando así quede indicado, dentro del espacio destinado a las aceras; se contempla la construcción de una bahía de diseño especial, de longitud variable y anchura de 3.00 m en general y 2.75 m como mínimo.

F. Anchura de la faja separadora central, en calles con circulación en dos sentidos: 1.00 m mínimo.

En calles con un sentido preferencial, la separación de los flujos de circulación (entre el sentido dominante y el contraflujo) se dará mediante una faja pintada continua de 0.40 m de anchura.

G. Anchura de los carriles de giro a la izquierda: 3.00 m fijo.

H. Anchura de las aceras (norma particular de las vias preferenciales): 5.50 m minimo.

I. Anchura del derecho de via:

1. Dos sentidos de circulacion:

10 carriles o más:	40.01 m en adelante.
8 carriles:	34.01 m a 40.00 m.
6 carriles:	23.00 m a 34.00 m.

2. Un sentido predominante:

8 carriles:	33.01 m a 40.00 m.
7 carriles:	30.01 m a 33.00 m.
6 carriles:	27.01 m a 30.00 m.
5 carriles:	24.01 m a 27.00 m.
4 carriles:	21.00 m a 24.00 m.

J. Pendiente longitudinal de proyecto:

1. Máxima en tramos largos: 5% (longitud máxima 650 m).
2. Máxima en tramos cortos: 7% (400 m como máximo).
3. Mínima: 0.5% sobre longitudes de 200 m como mínimo, siempre y cuando no se produzcan alteraciones inconvenientes en los niveles de alguna sección transversal.

K. Distancia mínima de visibilidad de parada:

1. Terreno plano (0% a 8% de pendiente transversal) y velocidad de proyecto de 60 km/h.: 75 m.
2. Terreno ondulado (8.1% a 15% de pendiente transversal): 60 m.

L. Radio de giro en las esquinas de las intersecciones no sujetas a proyectos geométricos especiales:

1. Intersección de un Eje Vial con una calle del sistema terciario: 4.0 m.
2. Intersección de un Eje Vial con una calle del sistema secundario: 5.0 m.
3. Intersección de dos Ejes Viales en las esquinas de giro a la derecha de los carriles preferenciales: 11.0 m.
4. Intersecciones de un Eje Vial en las esquinas restantes: 5.0 m.

M. Radio de curvatura mínimo, medido al eje de la curva:

Terreno plano (0% a 6% de pendiente transversal): 127.32 m.

N. Bombeo:

1. Para superficies de rodamiento muy buenas: 2% mínimo.
2. Para superficies de rodamiento buenas simplemente: 3% mínimo.
   Los valores máximos serán de: 5% en ambos casos.

La variación del bombeo entre secciones sucesivas separadas 20 m. no deberá ser superior al 1%.

O. Pendiente transversal en aceras: 1% mínimo.

P. Anchuras de los pasos a desnivel: 5% máximo.

La anchura de los pasos a desnivel inferiores que se alojan en las intersecciones de las vías preferenciales se establecerá en función del número de carriles, de acuerdo con las siguientes dimensiones:

1. Anchura de un carril ordinario: 3.30 m.
2. Anchura de carril para el transporte público: 4.00 m.
3. Anchura adicional de dos andadores de seguridad o dos deflectores de protección (cada uno): 0.50 m a 0.65 m.

Q. Gálibo vertical:

En estructuras que admitan el paso del Metro, tranvías o trolebuses: 5.00 m.

En estructuras que supongan el paso de convoyes de ferrocarril:

- En vías principales: 6.70 m.
- En bermas y laderas: 6.00 m.
- En otras estructuras para vehículos: 4.50 m.

R. Acondicionamiento geométrico para giros a la izquierda:

El espacio de espera de vehículos para los giros a la izquierda en las intersecciones de un eje vial con otro, o con una vía del sistema secundario, se proporcionará reduciendo el ancho de la acera en 3.0 m sobre una longitud de 70 m con el fin de que el número de carriles sobre la vía preferencial se mantenga invariable en las intersecciones.

Notas

1/ Hasta 1932 fue el área comprendida por las actuales Delegaciones de Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.

2/ Para fines administrativos, la Ciudad de México está dividida en 16 Delegaciones.

3/ Luis Unikel, El Desarrollo Urbano en Mexico, El Colegio de México, México, 1978. p. 136-138.

4/ El Distrito Federal es la parte del territorio sujeto a la administración federal y en donde se ubica la sede del Gobierno de la República. El Estado de México circunda al D.F. con excepción de la parte Sur.

5/ Está constituida por los límites de las unidades políticas o administrativas en donde penetra el AUCM, que tiene características metropolitanas, y que mantiene una interrelación directa, constante y de cierta magnitud con la ciudad central. Está actualmente constituida por las 16 delegaciones del D.F. y 27 municipios del Estado de México. En el gráfico 1 se ilustran dichos límites. También se maneja en este trabajo como AMCM.

6/ Jacov Zahavi, Travel Characteristics in Cities of Developing and Developed Countries. Washington, DC, World Bank, 1976.

7/ Centro de Estudios Económicos y Demográficos, Estudio Demografico. Vol. 1. p. 143.

8/ Incluye metro, autobús (urbano y suburbano), trolebus y tranvía.

9/ Incluye taxi colectivo, taxi libre y de sitio y transporte escolar.

10/ Incluye automóvil, bicicleta, camión de carga y motocicleta.

11/ Si se sumaran los autobuses urbanos y suburbanos resultaría que los autobuses transportan el 31.4% de los viajes en el AMCM.

12/ Comisión de Vialidad y Transporte Urbano. Estudio de Origen-Destino del AMCM. México: COVITUR, 1978.

13/ Al tipo de cambio existente en 1979.